

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

*Институт проблем управления
им. В.А. Трапезникова*

**Е.С. Гламаздин, Д.А. Новиков,
А.В. Цветков**

**УПРАВЛЕНИЕ КОРПОРАТИВНЫМИ
ПРОГРАММАМИ: ИНФОРМАЦИОННЫЕ
СИСТЕМЫ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ**

Москва – 2003

УДК 007
ББК 32.81

Гламаздин Е.С., Новиков Д.А., Цветков А.В.
Управление корпоративными программами: информационные системы и математические модели. М.: ИПУ РАН, 2003. – 159 с.

Работа содержит описание информационного окружения корпоративных систем управления программами (первая часть), а также теоретико-игровые и оптимизационные модели управления корпоративными программами (вторая часть).

Работа рассчитана на специалистов (теоретиков и практиков) по управлению организационными системами.

Рецензент: д.т.н., проф. А.В. Щепкин

Утверждено к печати Редакционным советом Института

Текст воспроизводится в виде, утвержденном Редакционным советом Института

© Институт проблем управления РАН, 2003

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
ЧАСТЬ 1. Информационное окружение корпоративных систем управления программами.....	5
1.1. Программы в корпорациях.....	5
1.2. Корпоративные информационные системы	6
1.3. Факторы, влияющие на развитие КИС	13
1.4. Реинжиниринг бизнес-процессов и выбор КИС	19
1.5. Основные типы подсистем КИС.....	49
1.6. Внедрение КИС: проблемы и решения.....	77
Литература к первой части.....	90
ЧАСТЬ 2. Модели управления корпоративными программами.....	93
2.1. Модель системы управления корпоративными программами .97	
2.1.1. Реализация корпоративной программы под руководством корпоративного центра.....	98
2.1.2. Реализация корпоративной программы под руководством управляющей компании	107
2.1.3. Задача выбора управляющей компании.....	112
2.2. Механизмы планирования (выбора подрядчиков по корпоративным проектам)	115
2.3. Механизмы оперативного управления процессом реализации корпоративных проектов и программ	133
2.4. Модели и методы оптимизации структуры управляющей компаний.....	142
Литература ко второй части.....	154
Заключение	159

Введение

Настоящая работа посвящена проблемам управления корпоративными программами. Акцент делается на двух аспектах рассмотрения.

Во-первых, в чем специфика современного управления программами в корпорациях, и какие требования к информационному окружению она выдвигает? Соответственно, в первой части "Информационное окружение корпоративных систем управления программами" приводится обзор методов построения корпоративных информационных систем (КИС), факторов, влияющих на развитие КИС, анализ их связь с реинжинирингом бизнес-процессов, основных типов подсистем КИС, а также проблем внедрения КИС и путей их решения.

Во-вторых, каким образом на основании имеющейся информации должны приниматься решения по управлению корпоративными программами? Соответственно, во второй части "Модели управления корпоративными программами" рассматриваются математические модели синтеза процедур (механизмов) принятия решений по выбору управляющей компании, выбору подрядчиков по корпоративным проектам, оперативному управлению процессом реализации проектов и программ, оптимизации структуры управляющей компании и др.

Работа рассчитана как на практиков, специализирующихся в области информационного обеспечения и управления проектами и программами, так и на специалистов по теории управления организационными системами.

ЧАСТЬ 1. Информационное окружение корпоративных систем управления программами

1.1. Программы в корпорациях

Программы реализуются в определенной корпоративной (организационной, экономической и др.) среде, которая обеспечивает предоставление необходимых ресурсов, базу знаний по технологиям ее реализации, определение и/или уточнение приоритетов ее развития и т.д. В этом смысле успех в реализации любой программы в такой же степени зависит от обоснованности плана, сбалансированности ресурсов, упорядоченности работ, пакетов работ, проектов в соответствии приоритетами, стратегическими целями, как и от обеспеченности этих программ информационными, финансовыми, трудовыми ресурсами.

Чем больше программа, тем в большей степени успех ее реализации зависит от внешней среды, причем информационная компонента становится приоритетной, определяющей. Отсутствие структуры в информационной среде, детерминированности процессов ее функционирования разрушает программу, создавая или фатально увеличивая неопределенность в достижении ее целей.

С другой стороны, отсутствие необходимого разнообразия в хаосе возможностей внешней среды снижает ценность порядка программы, делая неоптимальными пути ее достижения, например, из-за неэффективности применяемых технологий, низкой квалификации трудовых ресурсов, высоких рисков в поставке комплектующих и т.д. Все это сводит на нет преимущества даже самой идеально разработанной программы, с идеальным механизмом ее реализации.

Учитывая важность в реализации программ технологий управления, применяемых для внешней среды, в которой реализуются эти программы, в настоящей работе (первой ее части) приведен краткий обзор корпоративных информационных систем, обеспечивающих «стыковку» программ с внешней средой. Таким образом, внешняя среда должна «играть» по тем же правилам, которые заложены в механизм реализации программы. Примеров подобной

гармонизации много. Начиная с требований генподрядчика о применении одинаковых форм отчетности, до применения сходного программного обеспечения. Или сертификация фирм подрядчиков, составляющих внешнюю среду в соответствии с требованиями отрасли или конкретного корпоративного стандарта по системе менеджмента качества ISO 9000.

1.2. Корпоративные информационные системы

В самом общем смысле термин **Корпорация** означает объединение предприятий, работающих под централизованным управлением и решающих общие задачи. Корпорация является сложной, многопрофильной структурой и вследствие этого имеет распределенную иерархическую систему управления (см. также формальные модели корпорации во второй части настоящей работы). **Корпоративное управление** определяется как система взаимоотношений между акционерами, советом директоров и правлением, определенные уставом, регламентом и официальной политикой компании, а также принципом главенства права на основе принятой бизнес-модели.

Бизнес-модель – это описание предприятия, как сложной системы, с заданной точностью. В рамках бизнес-модели отображаются все объекты (сущности), процессы, правила выполнения операций, существующая стратегия развития, а также критерии оценки эффективности функционирования системы. Форма представления бизнес-модели и уровень её детализации определяются целями моделирования и принятой точкой зрения.

Предприятия, отделения и административные офисы, входящие в корпорацию, как правило, расположены на достаточном удалении друг от друга. Их информационная связь друг с другом образует коммуникационную структуру корпорации, основой которой является информационная система.

Информационная модель – подмножество бизнес-модели, описывающее все существующие (в том числе не формализованные в документальном виде) информационные потоки на предприятии,

правила обработки и алгоритмы маршрутизации всех элементов информационного поля.

Информационная система (ИС) – это вся инфраструктура предприятия, задействованная в процессе управления всеми информационно-документальными потоками, включающая в себя следующие обязательные элементы:

- Информационная модель, представляющая собой совокупность правил и алгоритмов функционирования ИС. Информационная модель включает в себя все формы документов, структуру справочников и данных, и т.д.

- Регламент развития информационной модели и правила внесения в неё изменений.

- Кадровые ресурсы (департамент развития, привлекаемые консультанты), отвечающие за формирование и развитие информационной модели.

- Программное обеспечение, конфигурация которого соответствует требованиям информационной модели (программное обеспечение является основным двигателем и, одновременно, механизмом управления ИС). Кроме того, всегда существуют требования к поставщику программного обеспечения, регламентирующие процедуру технической и пользовательской поддержки на протяжении всего жизненного цикла.

- Кадровые ресурсы, отвечающие за настройку и адаптацию программного обеспечения, и его соответствие утвержденной информационной модели.

- Регламент внесения изменений в настраиваемые структуры (специфические настройки, структуры баз данных и т.д.) и конфигурацию программного обеспечения и состав его функциональных модулей.

- Аппаратно-техническая база, соответствующая требованиям по эксплуатации программного обеспечения (компьютеры на рабочих местах, периферия, каналы телекоммуникаций, системное программное обеспечение и СУБД).

- Эксплуатационно-технические кадровые ресурсы, включая персонал по обслуживанию аппаратно-технической базы.

- Правила использования программного обеспечения и пользовательские инструкции, регламент обучения и сертификацию пользователей.

Корпоративная информационная система (КИС) обеспечивает поддержку принятия управленческих решений на основе автоматизации процессов, процедур и других способов осуществления деятельности корпорации. Деятельность регламентируется информационно-нормативными документами, а также результатами измерений и оценок, статистических материалов и оперативного управления и т.д. В добавление к этому, задачами информационной системы может быть помощь персоналу при анализе проблемы, визуальное рассмотрение сложных объектов и разработка новых продуктов.

Основным управляющим фактором является процедура принятия решения, на основании результата которой осуществляется воздействие на систему (предприятие, корпорацию, компанию, организацию). КИС сама по себе решений не принимает, но, будучи эффективно настроенной, способна поставлять информацию руководителю, лицам принимающим решения, в том ракурсе, который наиболее подходит для принятия конкретного решения. Процедуры (механизмы) принятия решений по управлению корпоративными программами рассматриваются во второй части настоящей работы.

Обычно программное обеспечение считается управленческим, если в нем реализована функциональность для поддержки итеративной процедуры «планирование → контроль → анализ отклонений → обратная связь».

Технология принятия управленческих решений должна, как минимум, фиксировать компоненты процесса принятия решений и закреплять эти компоненты за структурными звеньями корпорации.

Выделяют решения стратегические и текущие. Текущие решения могут характеризоваться наличием следующих взаимосвязанных процессов: сбор информации (мониторинг), выработка решений (планирование), реализация решений, учет, контроль, анализ, оценка деятельности, мотивация и регулирование.

В принятии стратегических решений важнейшими процессами являются: стратегический анализ; выработка стратегии корпора-

ции; разработка стратегической программа. Каждый из этих процессов может детализироваться дальше. Например, стратегический анализ может включать:

- анализ проблем внешней сферы, возможностей и угроз рынка;
- анализ внутренней сферы корпорации, ее сильных и слабых сторон;
- управленческое обследование;
- анализ конкурентов;
- анализ издержек и т.д.

Все это – вопросы постановки менеджмента, определения ключевых бизнес-процессов. В их реализации КИС помогают, могут заменить и взять на себя большинство рутинных процессов, но далеко не все процессы принятия решений. В свою очередь менеджмент без информационных систем, построенных на современных информационных технологиях, становится все менее эффективным.

Информационная технология – совокупность аппаратного обеспечения, программного обеспечения, технологий хранения информации, сетевых технологий, обеспечивающих коммуникации и связь компонент системы в единое целое. Все эти ресурсы, используемые в организации, определяют инфраструктуру информационной технологии, или IT-инфраструктуру, которая является фундаментом для построения информационной системы.

Информационная система содержит данные о различных объектах, необходимые для конкретной организации. При этом она использует информационные технологии для преобразования набора данных в поток информации, который может быть использован человеком. Существует значительная разница между понятиями «программное обеспечение» и «информационная система». Программы точно так, как и электронная начинка компьютеров, – всего лишь материалы для создания современной информационной системы. Компьютеры обеспечивают хранение и обработку информации; программное обеспечение – это набор инструкций, управляющих действиями компьютера. Знание принципов работы компьютеров и программного обеспечения важно при разработке

решений для организаций, но нельзя забывать, что это – всего лишь часть информационной системы.

Отдача от автоматизации в первую очередь зависит от того, насколько широко она охватывает все сферы деятельности корпорации. И, хотя понятие корпоративности подразумевает наличие довольно крупной, территориально-распределенной информационной системы, сюда, как правило, относят системы любых предприятий, вне зависимости от их масштаба и формы собственности. Любая фирма, организация или государственное учреждение, имея сегодня в своем активе сеть с одним сервером и десятком компьютеров, по всем правилам развития, может или даже должна существенно расшириться завтра. Кроме того, все без исключения информационные системы начинают создаваться с какого-либо одного подразделения, реализующего некоторый целостный, но не обязательно самый главный, цикл деятельности.

Эффективно управлять современным предприятием довольно трудно, учитывая многообразие используемых ресурсов и высокую скорость изменения операционного окружения. **Основными функциями управления** являются планирование, координация, контроль, анализ и оценка деятельности, которые осуществляются в различных направлениях деятельности предприятия. Управленческие решения, формируемые в ходе выполнения вышперечисленных функций, служат отправным моментом для конкретных исполнителей. В связи с тем, что автоматизация исполнения должностных обязанностей и отдельных поручений фактически стала в последнее время стандартом де-факто, особую остроту приобретает проблема автоматизации непосредственно управленческих функций.

Поэтому в составе КИС принято учитывать средства для документационного обеспечения управления, информационной поддержки предметных областей, коммуникационное программное обеспечение, средства организации коллективной работы сотрудников и другие вспомогательные (технологические) продукты. Из этого, в частности, следует, что обязательным требованием к КИС является интеграция большого числа программных продуктов, реализующих различные методы управления.

В корпоративных системах используются различные методы управления, в том числе: методы управления ресурсами, процессами, проектами и корпоративными знаниями (в широком смысле).

- **Методы управления ресурсами** используют модель, представляющую организацию как систему ресурсов (финансов, материальных запасов, кадров), принадлежащих владельцам – юридическим лицам, структурным подразделениям, физическим лицам. Все процессы описываются как проводки (хозяйственные операции), отражающие перемещение ресурсов между владельцами. Сюда относятся управление финансами, материальными запасами, кадрами в той степени, в которой они рассматриваются как ресурс (заработная плата). Основная цель управления для этого метода – обеспечение ресурсами и контроль над ними. Метод управления хорошо описывается моделями, ставшими стандартами: модель бухгалтерского учета (например, GAAP), планирование производственных ресурсов (MRP II), планирование всех ресурсов предприятия (ERP). В качестве универсального языка представления используются балансовые модели с языком проводок. Методы этой группы поддерживаются широким спектром прикладного программного обеспечения, при этом наиболее распространены бухгалтерские системы.

- **Методы управления процессами** используют модель организации как системы бизнес-процессов. Здесь центральными понятиями выступают процесс, функция, данные, событие. Основная цель управления для этих методов – обеспечение координации событий и функций. Сюда можно отнести такие методы, как управление качеством (TQM – стандарт ISO9000), управление процессами (Workflow – стандарты ассоциации Workflow Management Coalition). В качестве универсального языка представления описания используются формальные языки, многие из которых зафиксированы как стандарты: языки семейства IDEF, CIM-OSA, языки описания объектно-ориентированных моделей. Методы управления поддерживаются программным обеспечением, которое известно как, документооборотом, технологическими процессами.

- **Методы управления проектами** основанные на семействе стандартов PMI (Project Management Institute – PMBOK), моде-

лей календарно сетевого планирования, метода критического пути, методики освоенного объема и т.д. Методы управления поддерживаются программным обеспечением для управления проектами, управления обязательствами (договорами), управления поставками и т.д.

• **Методы управления знаниями** используют модель организации как системы небольших коллективов сотрудников, решающих общую задачу, а в роли организующих факторов выступают корпоративные знания и эффективные коммуникации. Главным корпоративным ресурсом управления становится база корпоративных знаний, в которой сотрудники могут быстро найти информацию для принятия правильного решения и понимания друг друга. Эта база концентрирует в себе коллективный опыт компании и создает основу корпоративных коммуникаций. Основная цель управления – обеспечение координации, коммуникации и быстрого поиска информации для самостоятельного принятия решения. Эта группа методов управления сейчас переживает период бурного развития и получила общее название "управления знаниями" (**Knowledge Management**). О стандартах на уровне моделей говорить пока еще рано. Хотя в области универсальных языков описания намечились некоторые тенденции. Для структурирования информации начинает активно применяться язык **SGML**, который зафиксирован как **стандарт ISO 8879**. К этой группе методов также относятся методы управления проектами, которые поддерживаются специальным программным обеспечением, типа **Primavera Methodology Manager**, которое обобщает «лучший» опыт реализации проектов и позволяет на основе библиотеки типовых фрагментов быстро генерировать новые проекты, удовлетворяющие новым требованиям по срокам, ресурсам, глубине проработки структуры проекта, бюджету и т.д. При использовании подобных систем критическим фактором управления являются проектные коммуникации и квалификационный уровень проектной группы, а не качество проработки проекта. В целом методы управления знаниями поддерживаются программным обеспечением класса GroupWare, информационно-поисковыми системами, Интранет-технологиями: Web-технологией, электронной почтой, телеконференциями. Системы GroupWare послужили отправной точкой технологии Интра-

нет. Далеко не случайно лидеры рынка программного обеспечения класса GroupWare стали ведущими производителями Интранет-систем: Lotus, Microsoft, Novell. Наряду с перечисленными производителями прочное место на этом рынке заняли Netscape и Oracle.

Широкопрофильная информационная системы, которым в большинстве своем относятся современные КИС, должны в равной, максимально допустимой степени удовлетворять все подразделения организации, по возможности сохранять существующие бизнес процессы, а также методы и структуру управления. Без привлечения автоматизации практически нельзя контролировать постоянно меняющиеся баланс ресурсов, бизнес-процессы, реализуемые проекты (группы проектов. программы) и растущие в геометрической прогрессии знания.

1.3. Факторы, влияющие на развитие КИС

Развитие методов управления предприятием связано широким спектром постоянных изменений ситуации на мировом рынке. Все время растущий уровень конкуренции вынуждает руководителей компаний искать новые методы сохранения своего присутствия на рынке и удержания рентабельности своей деятельности. Такими методами могут быть диверсификация, децентрализация, управление качеством и многое другое. Современная информационная система должна отвечать всем нововведениям в теории и практике менеджмента. Несомненно, это самый главный фактор, так как построение продвинутой в техническом отношении системы, которая не отвечает требованиям по функциональности, не имеет смысла.

Развитие общих возможностей и производительности компьютерных систем приводит к наращиванию мощности и производительности компьютерных систем, развитию сетевых технологий и систем передачи данных, расширению возможностей интеграции компьютерной техники с самым разнообразным оборудованием, наращиванию производительности КИС и их функциональности.

Развитие подходов к технической и программной реализации элементов КИС изменяет, во-первых, общий подход к программированию: с начала 90-х годов объектно-ориентированное программирование фактически вытеснило модульное, сейчас непрерывно совершенствуются методы построения объектных моделей. Во-вторых, в связи с развитием сетевых технологий, локальные КИС, уступают своё место клиент-серверным реализациям. Кроме того, в связи с активным развитием сетей Internet, появляются все большие возможности работы с удаленными подразделениями, открываются широкие перспективы электронной коммерции, обслуживания покупателей через Интернет и многое другое. Разумеется, разработчики программного обеспечения стараются поддерживать свои разработки в соответствии со всеми современным возможностями и стандартами.

В достаточной мере, реализация вышеописанных тенденций связана с развитием концепции **XML (Extensible Markup Language – расширяемый язык разметки)**. Язык XML предназначен для описания других языков, то есть это метаязык. XML позволяет представить данные в виде структурированного текстового документа. Разметка структуры задается в виде так называемых тэгов, имеющих формат <имя> .. </имя>. Внутри тэгов находятся данные. Получить представление о таком подходе проще всего посмотрев на любой HTML-документ (внутреннее представление web-страницы), поскольку HTML является реализацией языка на основе XML и описывает набор тэгов для визуализации данных web-браузером.

Документы XML представляют собой текстовые файлы, содержащие данные и теги, идентифицирующие структуры внутри текста.

XML позволяет разработчикам усложнять структуру данных, преобразуя их в формат, который может использоваться Web-приложениями, серверами, промежуточным программным обеспечением и конечными пользователями. Структура информационной системы представляется в виде дерева.

Для древовидной структуры задается список XML-тэгов, описывающий основные элементы системы. В результате получается описание структуры информационной системы до уровня конечных

бизнес-объектов. Для каждого объекта делается его описание на языке XML. Для каждого XML-тэга может быть задан набор атрибутов.

Любой бизнес-объект должен обладать как минимум 4 методами:

- List – формирование списка элементов, входящих в объект
- Info – формирование информации по конкретному объекту
- Post – добавление/изменение объекта
- Del – удаление объекта

Помимо этого может быть любое количество дополнительных методов.

На рисунке 1 представлена технологическая структура КИС, построенной на основе концепции XML.



Рис. 1. Технологическая структура КИС

Сервер баз данных предназначен для хранения и извлечения информации с использованием реляционных СУБД, таких как MS SQL Server, Oracle или Sybase. Фактически сервер баз данных представляет собой программное обеспечение СУБД и набор таблиц, процедур и запросов.

Сервер XML-данных предназначен для представления информации, хранящейся в реляционных базах данных в виде бизнес-объектов и реализации бизнес-логики приложения. Другими словами, он обеспечивает объектный интерфейс к данным, обработку таких данных и реализацию определенных алгоритмов информационной системы. Стоит отметить, что в XML-объект может включать информацию, не являющуюся частью базы данных, например иллюстрации или материал, динамически получаемый из Интернет.

Сервер может быть реализован на базе WEB-сервера (MS IIS, Netscape или Apache) или в виде отдельного приложения, написанного, например, на C или Java.

Сервер HTML-интерфейса предназначен для формирования динамических web-страниц. Страницы визуализируют бизнес-объекты из XML-данных и проводят предварительную обработку введенной пользователем информации, форматирование и отправку XML-серверу. Данный сервер реализуется на базе WEB-сервера (MS IIS, Netscape или Apache).

Использование XML позволяет решать ряд принципиально новых задач в области построения корпоративных систем. Например, использование XML в качестве открытого стандарта обмена данными между приложениями позволяет эффективно использовать отдельные модули различных производителей в рамках одной информационной системы, тем самым, достигая их комбинации, наиболее оптимальной как с точки зрения функциональности, так и с точки зрения финансовых вложений.

Реализация XML-серверов и серверов интерфейсов может быть выполнена для различных программных платформ. Например, в рамках информационной системы одного предприятия могут использоваться СУБД Microsoft под Windows NT и Oracle под Solaris, WEB-сервера Microsoft и Netscape.

Фактор использования технологий Internet при построении КИС открывает еще одну интересную возможность. С их помощью корпорация может организовать в Internet полнофункциональное виртуальное представительство. Во многих компаниях по всему миру уже существует сервис ввода заказов на продукцию через Internet.

Под виртуальным представительством понимается полный спектр информационной поддержки всех поставщиков, дистрибуторов и потребителей продукции компании. Таким образом, осуществляется функция полной обратной связи по всему жизненному циклу изделий. Основными возможностями такого представительства являются:

- **Управление заказами.** Дистрибуторы и потребители продукции могут напрямую заказывать продукцию через Internet. При этом заказ после его ввода и подтверждения становится документом в КИС и встает в очередь на обработку. Заказчик в любое время сможет контролировать этапы выполнения заказа, вплоть до отгрузки.

Поставщики сырья и материалов, могут незамедлительно информировать КИС о переносах сроков поставки тех или иных комплектующих, для того, чтобы система успела переформировать производственный план и/или запустить в производство имеющиеся запасы комплектующих.

- **Поддержка продукции на протяжении всего жизненного цикла.** Через сервер виртуального представительства, потребители продукции могут получать всевозможную техническую и информационную поддержку, заполнять заказы на гарантийное и послегарантийное обслуживание, вносить свои предложения и замечания, участвовать в дискуссиях, касающихся обсуждения тех или иных изделий. Кроме того, может быть организована оперативная “горячая” линия поддержки всех потребителей, как по электронной почте, так и online. На основании анализа предложений и материалов дискуссии могут быть оперативно сделаны выводы о выпуске новых видов продукции или смене конфигурации существующих.

- **Налаживание тесного взаимодействия с сетью распределения, контроль всей цепочки поставок.** Одним из самых тривиальных и действенных методов конкурентной борьбы является снижение конечной цены продукции за счет снижения различных элементов спектра затрат, влияющих на ее себестоимость. Однако, если предприятие даже и добилось существенного уменьшения затрат, очень часто случается, что до конечного потребителя продукция доходит по прежней цене, а весь выигрыш в рентабельности распределяется замысловатым образом по цепочке распре-

ления. Тем самым, обороты предприятия изготовителя не растут, а адекватной информации о том, почему это происходит у руководства нет. Исходя из этого, очень важно налаживать регулярный обмен информацией между всеми участниками логистической цепочки, чтобы четко представлять себе все ее элементы, где возникает дополнительное ценообразование. С помощью виртуальных представительств, может быть налажен оперативный мониторинг движения товара по всей цепочке поставок, и проанализирована эффективность данного канала распределения в целом.

- **Полномасштабный удаленный доступ и вопросы безопасности.** Полномасштабный удаленный доступ дает возможность вмешаться в деятельность предприятия, например, в Интернет-кафе при помощи обыкновенного браузера просматривать отчеты КИС. Это небезопасно, хотя существуют различные методы шифрования и создания защищенных каналов. По большому счету, небезопасно ровно настолько, насколько небезопасен вариант любой удаленной работы. Однако такая возможность иногда крайне необходима, например, в случае очередного финансового кризиса.

Удобство прозрачного удаленного доступа к КИС может быть использовано еще и в другом качестве. Например, для создания с помощью защищенного канала удаленного рабочего места аудитора, работающего с Вашей финансовой отчетностью.

- **Открытость.** Одними из основных критериев оценки программного обеспечения для построения КИС являются его гибкость и адаптируемость под конкретного заказчика.

В случае с использованием Internet/Intranet технологий разработчик в каждом случае передает все тексты системы заказчику. А так как система представляет собой набор текстов, написанных на языках DHTML, XML и JavaScript, обучение специалистов и доработка занимают достаточно мало времени, потому как все эти технологии являются абсолютно открытыми, и, скажем, книжку по работе с ними можно приобрести в любом специализированном магазине.

Кроме того, факт отсутствия специализированной программы-клиента сам по себе дает ряд неоценимых преимуществ. Одним из них является существенное сокращение численности персонала, обслуживающего информационную систему. Дело в том, что при

инсталляции, обнаружении ошибок, настройке, смене версий вся работа идет только на сервере и специалистам не приходится каждый раз терять время на обход всех рабочих мест.

- **Новые возможности ASP (Application Service Provider)** связаны с выпуском крупнейшими разработчиками экономического программного обеспечения Internet-версий своих продуктов, так как появилась еще возможность размещать свою КИС на серверах удаленного провайдера и работать с ней по каналам Internet.

1.4. Реинжиниринг бизнес-процессов и выбор КИС

Разработка КИС – это серьезное изменение структуры предприятия, и обойтись без перепроектирования (реинжиниринга) отдельных бизнес-процессов нереально (хотя бы в силу того, что КИС сама по себе подразумевает внедрение новых правил актуализации, архивирования и обработки информации), не говоря уже о процессах принятия решений.

Выявление потребностей в информации является определяющим для разработки эффективного плана (проекта) построения КИС, необходимо иметь четкое представление о потребностях предприятия в информации. Существуют два основных подхода определения этих потребностей:

- Всесторонний анализ предприятия.
- Анализ критических факторов.

Всесторонний анализ предприятия. Основным постулатом этого подхода является утверждение о том, что понять потребности предприятия в информации можно только при всестороннем его анализе в разрезе отдельных подразделений, функций, процессов и проектов. Также при данном подходе предполагается, что потребности в информации какого-либо из подразделений предприятия могут быть определены только на основании данных по организации в целом.

При применении данного подхода, проводятся опросы руководства компании о том, в каких целях используется та или иная информация, каковы ее источники, структура их внешнего окружения, целей, процессов принятия решений, и какие дополнительные

данные им необходимы. Результаты такого исследования агрегируются по отдельным подразделениям, функциям, процессам или проектам организации и формируются структуры данных, описывающие информационные потоки предприятия в целом.

Слабые стороны всестороннего анализа заключаются в том, что в результате его применения должно быть получено большое количество избыточной информации. Это сильно затрудняет процесс ее обработки и анализа. Кроме того, является дорогостоящим процессом. В основном, опросы такого рода проводятся среди руководителей нижнего и среднего звена. Вовлечение представителей топ-менеджмента компаний в анализ текущей ситуации обычно затруднен из-за высокой загрузки этой группы руководителей. Кроме того, вопросы часто фокусируются не на ключевых задачах и “узких местах”, по которым необходима информация, а на том, какая информация уже используется. Результатом является автоматизация того, что уже существует, в то время, как во многих случаях, необходимо определение совершенно новых подходов к ведению бизнеса, а как раз именно этому и уделяется меньше всего внимания.

Анализ критических факторов. Основным постулатом этого подхода является утверждение о том, что потребности предприятия в информации определяются небольшим количеством критических факторов. Если эти цели достигаются, то успех предприятию гарантирован.

Критические факторы каждого предприятия могут отличаться друг от друга в зависимости от отрасли, организационной структуры, конкретного руководителя, их определяющего, и внешней среды. Важнейшей предпосылкой подхода является наличие небольшого круга задач, которые легко могут быть определены руководителями, и на которых будет сфокусирована информационная система.

Основным инструментом, применяемым при анализе критических факторов, являются персональные опросы – три или четыре – небольшого количества руководителей верхнего уровня, целью которых является определение приоритетных задач и влияющих на них критических факторов. Получаемые таким образом частные критические факторы агрегируются, и на их основании определя-

ются критические факторы предприятия. Затем, строится система, направленная на предоставление информации именно по определенным таким способам критическим факторам.

Сильной стороной подхода, основанного на анализе критических факторов, является то, что при его применении анализируется гораздо меньший объем информации, чем при всестороннем анализе организации. В отличие от всестороннего анализа организации, когда проводится масштабный опрос о том, какая именно информация уже используется или необходима, при анализе критических факторов к опросу привлекаются руководители верхнего уровня управления, а вопросы строятся лишь вокруг небольшого числа критических факторов. Такой подход может быть применен в любой отрасли, для организаций с различными конкурентными стратегиями и информационными потоками. Следовательно, информационные системы, строящиеся на основании применения данного подхода, являются более адаптированными к конкретной организации.

Самой сильной стороной подхода анализа критических факторов является также то, что он учитывает изменение условий окружающей среды, в которой действуют руководители и предприятие. В отличие от всестороннего анализа компании, анализ критических факторов фокусируется на методах и способах управления информационными потоками организации.

Основным недостатком данного подхода является то, что агрегирование и анализ данных – это процессы сугубо творческого характера. Отсутствуют строгие формальные методы агрегирования индивидуальных критических факторов в единую модель компании. Также, у интервьюируемых (и интервьюеров) часто возникает путаница с разграничением индивидуальных и организационных критических факторов, которые не всегда совпадают. Например, критичный для какого-либо руководителя фактор может не являться важным для организации в целом. Кроме того, данный метод в основном направлен на опрос руководителей верхнего уровня (в общем случае только верхнего уровня управления). Наконец, необходимо отметить, что этот метод не гарантирует, что определенные в процессе его применения требования в точности отразят влияние изменяющейся внешней среды или изменения в

управлении – внешняя среда и управление меняются очень стремительно, и информационная система должна полностью им соответствовать. На рисунке 2 приведена схема метода анализа критических факторов.

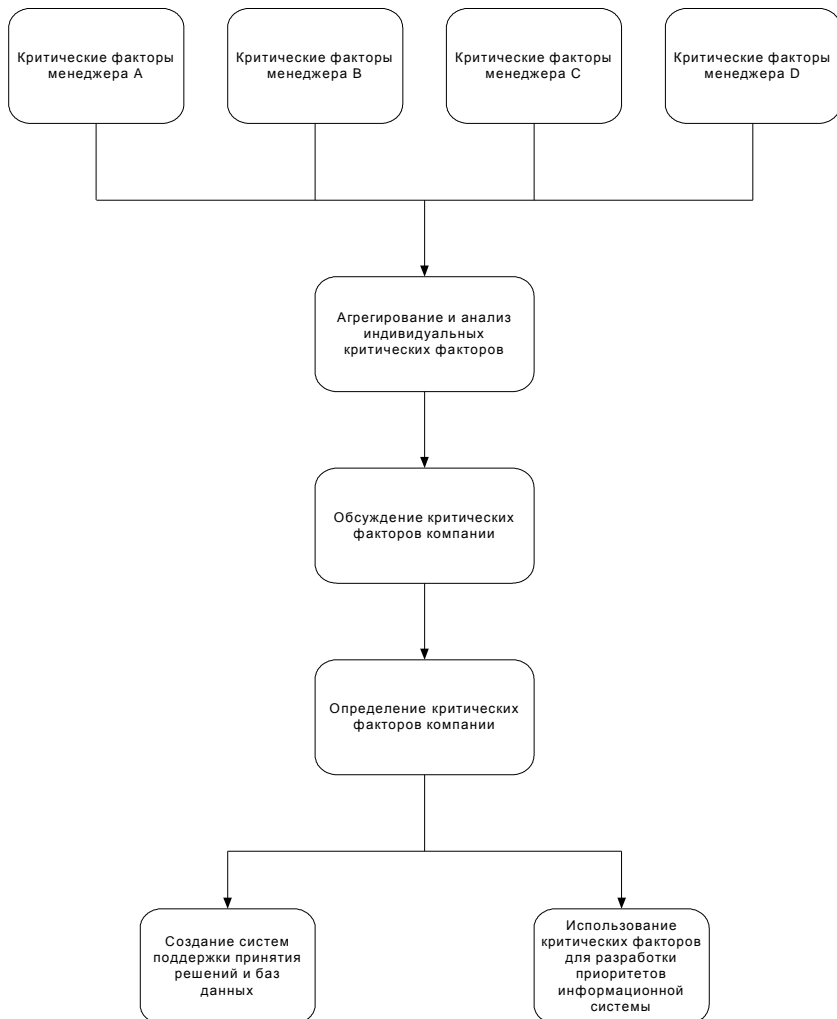


Рис. 2. Схема метода анализа критических факторов

Масштаб изменений корпорации, связанных с применением информационных технологий и внедрением КИС, может начинаться незначительных и достигать до самых кардинальных. На рисунке 3 приведены четыре типа структурных изменений организации, которые возможны при внедрении КИС: автоматизация, рационализация, реинжиниринг и смена парадигмы. Каждому типу изменения соответствует определенный уровень риска.

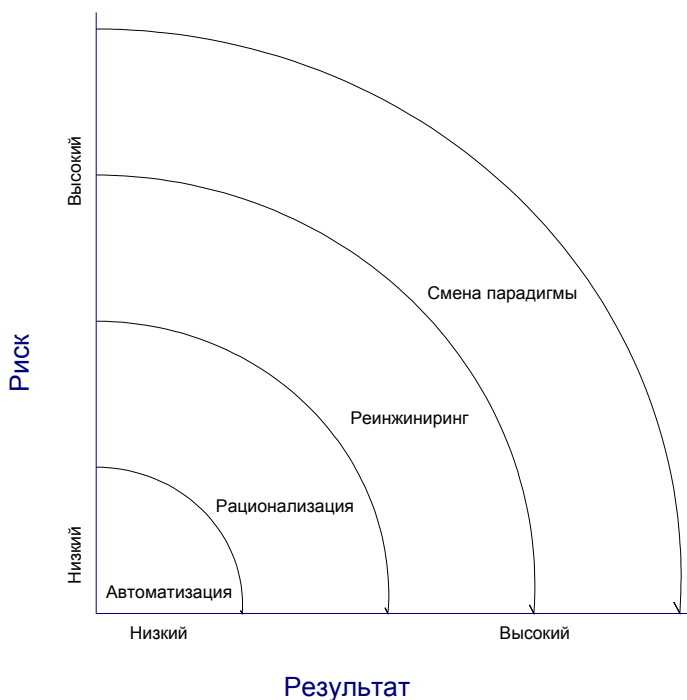


Рис. 3. Масштаб структурных изменений в организации

Наиболее типичной и простой формой изменения компании является **автоматизация**. Первое применение информационных технологий заключалось именно в автоматизации отдельных функций и процессов, следствием чего было повышение эффективности функционирования отдельных подразделений организации.

Более глубокая форма изменения организации – получившая свое развитие из автоматизации – это рационализация **процедур**. Очень часто при автоматизации обнаруживаются так называемые “узкие места” в функционировании отдельных подразделений или организации в целом, которые делают существующую систему процедур и структур организации очень громоздкой. Рационализация процедур представляет модернизацию стандартных процедур и исключает очевидные “узкие места”, так что стандартные процедуры становятся более рациональными.

Более глубоким изменением компании является **реинжиниринг бизнес процессов**. Его суть состоит в анализе, упрощении и модернизации бизнес процессов. Реинжиниринг подразумевает радикальный пересмотр потока работ (workflow) и бизнес-процессов производства продуктов и услуг с целью сокращения издержек. Используя информационные технологии, организации могут пересматривать и модернизировать свои бизнес процессы для повышения скорости и качества предоставляемых услуг и снижения издержек. Основной задачей реинжиниринга бизнес процессов является реорганизация трудовых процессов, что подразумевает исключение из них лишней и повторяющейся бумажной работы. Процедура реинжиниринга более сложная, чем рационализация процедур, так как она открывает новое видение того, как должны быть структурированы процессы организации.

Но рационализация процедур и реинжиниринг бизнес процессов охватывают лишь отдельные сферы деятельности компании. Новые же информационные системы могут в корне изменить структуру всей организации, изменяя способы функционирования компании, или даже направления ее деятельности. Такая более радикальная форма изменения деятельности компании называется **сменой парадигмы**. Смена парадигмы подразумевает пересмотр характера деятельности не отдельных процедур и процессов, а самой компании. Мероприятия по смене парадигмы или реинжинирингу могут быть неэффективными из-за сложности процессов управления и координации всесторонним изменением организации. Во многих случаях, компании, идущие на смену парадигмы или осуществляющие мероприятия по реинжинирингу, достигают ошеломляющего роста показателя **ROI**.

Реинжиниринг бизнес процессов. С одной стороны бизнес-процессы представляют собой реальные потоки материалов, информации и знаний. Но бизнес-процессы также отражают уникальные способы, при помощи которых компании координируют свои работы, проекты, информацию и знания.

Обычные методы повышения эффективности – рационализация и автоматизация процессов – не приводят к серьезным улучшениям, которые требуются компаниям. В частности, серьезные инвестиции в информационные технологии приносят разочаровывающие результаты во многом из-за того, что компании используют информационные технологии только для того, чтобы автоматизировать старые способы ведения дел, часто автоматизируют просто хаос неструктурированных действий. Они оставляют в неприкосновенности существующие процессы и используют информационные системы, чтобы просто их ускорить.

Одним из способов резкого повышения эффективности организации является реинжиниринг бизнес-процессов. Это создание принципиально новых бизнес-процессов, резко повышающих эффективность деятельности всей организации. Следовательно, совершенствование бизнес-процессов имеет первостепенное значение для предприятий, желающих сохранить конкурентоспособность на рынке. Отличительной чертой реинжиниринга бизнес-процессов является кардинальное изменение процессов, а не постепенное их улучшение. Необходимость реинжиниринга вызвана высокой динамичностью современного делового мира.

При проведении мероприятий по реинжинирингу, перестройка бизнес процессов должна осуществляться как бы с чистого листа, то есть без учета предыдущего опыта организации. Приступая к реинжинирингу, компании должны стараться избегать традиционных подходов, как правило, прочно укоренившихся в их бизнес-процессах.

Реинжиниринг бизнес-процессов реализуется в три этапа:

§ Моделирование и анализ существующих бизнес процессов

§ Переосмысление и разработка принципиально новых бизнес процессов

§ Внедрение новых бизнес-процессов.

Для эффективного реинжиниринга, руководству необходимо иметь обширное стратегическое видение результатов, которых они хотят добиться, проводя мероприятия по реинжинирингу бизнес-процессов. Для успешного проведения реинжиниринга, компании должны определить только несколько ключевых бизнес-процессов, которые должны быть перестроены, и сфокусироваться именно на тех, от которых ожидается наибольшая отдача.

На сегодняшний день, многие компании фокусируются на построении новых информационных систем, с помощью которых они смогут перестроить свои бизнес-процессы. При построении КИС с необходимостью возникает потребность перестройки ключевых бизнес-процессов организации, как внешних, так и внутренних. При этом требуется переосмысление обязанностей, ответственностей, задач сотрудников, товарных, финансовых и информационных потоков, документооборота, а также корпоративной культуры в целом. Таким образом, можно сказать, что построение единой КИС является мощнейшим инструментом изменения организации. Процедура реинжиниринга бизнес-процессов должна иметь место до начала процесса разработки и внедрения КИС.

Последнее время возрастает зависимость между стратегией и процедурами организации с одной стороны и элементами информационной системы с другой стороны. Изменения одного из связанных компонентов влечет за собой изменение других. Руководителям приходится учитывать эти зависимости при составлении планов на будущее. Какой будет организация через 5 лет, зачастую зависит от того, на что ее информационная система будет способна к тому времени. Возрастает не только степень интеграции информационной системы и предприятия, а также круг задач, решаемых системой. На рисунках 4 и 5 приведены иерархические структуры корпораций прошлого и современные тенденции трансформации иерархии в них.

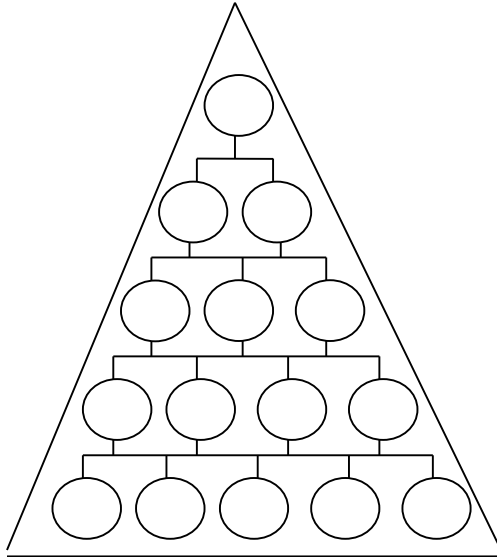


Рис. 4. Традиционная иерархическая организация с большим количеством уровней управления

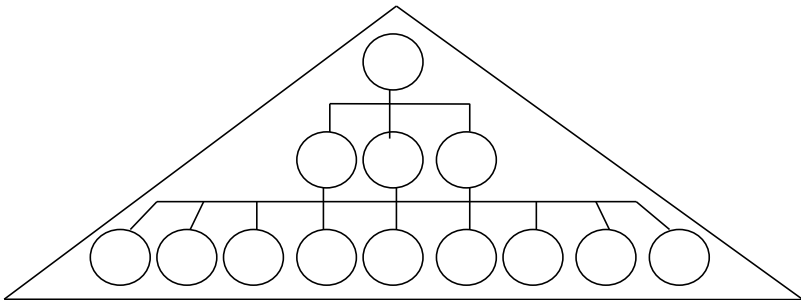


Рис. 5. Организация со сглаженными уровнями управления

На предыдущих этапах развития корпораций преобладали централизованные решения, когда потоки информации поднимались вверх по управленческой иерархии, а затем директивные предписания опускались вниз. Большие бюрократические организации, которые успешно развивались до появления компьютерных техно-

логов, теперь зачастую становятся нерентабельными и неконкурентоспособными, многие из них теперь имеют все меньший вес на рынке.

Поскольку принятие решений замедлялось, и часто решения становились неадекватными производственной ситуации, во многих организациях сглаживается иерархическая структура, служащие низших уровней имеют большую свободу действий, но и несут большую ответственность за принимаемые решения. Это обусловлено тем, что менеджеры среднего звена могут использовать информационную систему для того, чтобы управлять большим количеством служащих низшего уровня, которые при этом получают информацию, необходимую им для самостоятельного принятия некоторых решений.

Используя сеть, сотрудники одной фирмы могут работать удаленно друг от друга, при этом им необязательно работать стандартное количество часов и необязательно выполнять работу в офисе. Современные информационные системы делают это возможным. Информационные технологии такие, как электронная почта, Интернет, видео-конференции и др. позволяют координировать работу подразделений, разнесенных географически.

ИТ-инфраструктура предоставляет собой ряд технологий, которые могут быть использованы для координации работ и принимаемых решений в рамках отдельной организации и даже отрасли. ИТ-инфраструктуру крупных корпораций обычно составляет огромное количество информационных систем различного профиля, выполняющих функции поддержки отдельных подразделений, организационных уровней и бизнес-процессов. Большинство систем, направленных на выполнение строго определенных функций, поддержки функционирования отдельных организационных единиц и бизнес-процессов, никак не взаимодействуют друг с другом, и менеджерам зачастую бывает очень сложно собрать всю необходимую информацию, чтобы иметь четкое представление о деятельности организации. Такое распределение информации по сотням независимых друг от друга систем может оказывать негативное влияние на эффективность организации и результаты ее деятельности. На рисунке 6 приведена традиционная инфраструктура информационных систем.

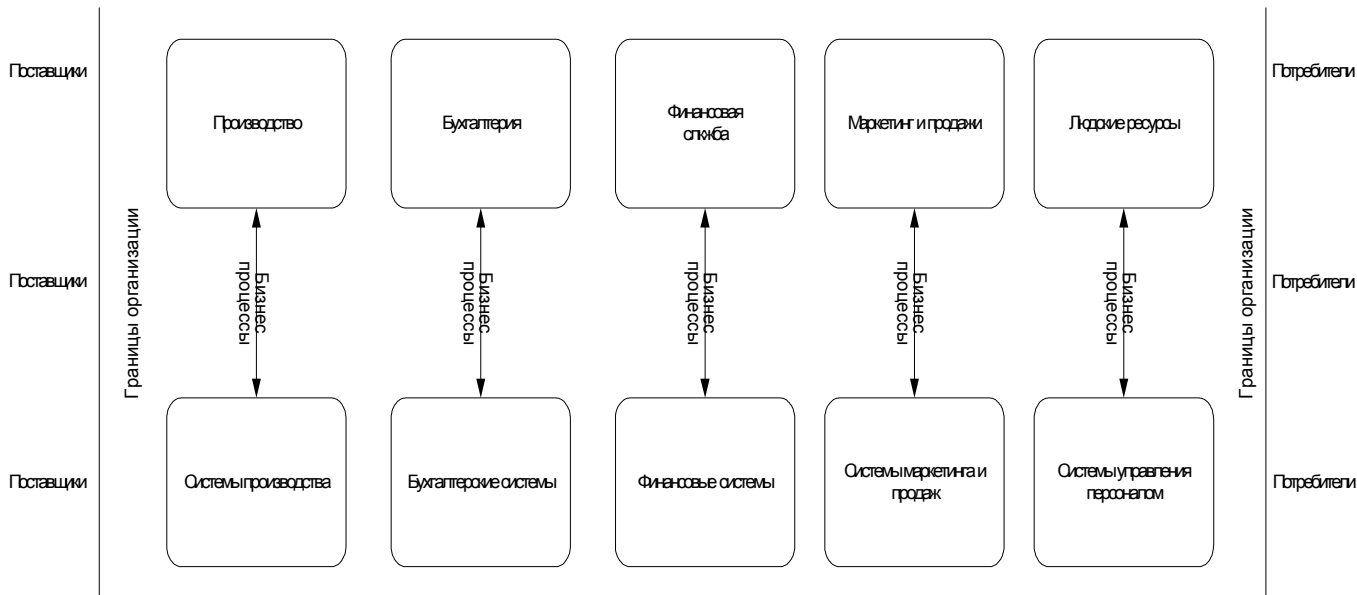


Рис. 6. Традиционная инфраструктура информационных систем

Для решения этой проблемы многие организации переходят к построению корпоративных интегрированных систем. То есть систем, которые охватывает основной бизнес компании с целью предоставления оперативной информации для принятия управленческих решений. Прежде всего, корпоративными информационными системами решаются задачи управления предприятием и его ресурсами.

Корпоративная система должна обслуживать все структурные подразделения компании. Ее функциональное наполнение зависит от рода деятельности фирмы, но в целом это функции управления финансами, проектами, производством, логистикой, людскими ресурсами, контроль над оборудованием и транспортом. Основными функциями корпоративной системы являются моделирование и автоматизация бизнес процессов, например заполнение ордеров и составление графика поставок, с целью интеграции информационных потоков компании и устранения сложных и дорогостоящих модулей, связывающие компьютерные системы, обслуживающие различные аспекты деятельности компаний. В корпоративных системах, информация, которая ранее была распределена между разными системами, доступна всем отделам и подразделениям организации и может одновременно использоваться в бизнес процессах производства, бухгалтерии, управлении персоналом и т.д. Отдельные бизнес процессы, такие как продажи, производство, финансы и логистика могут быть интегрированы в бизнес процессы, охватывающие организацию в целом, все ее уровни и функции. Корпоративная техническая платформа обслуживает все процессы организации на всех ее уровнях. На рисунке 7 приведен пример работы подобной корпоративной системы.

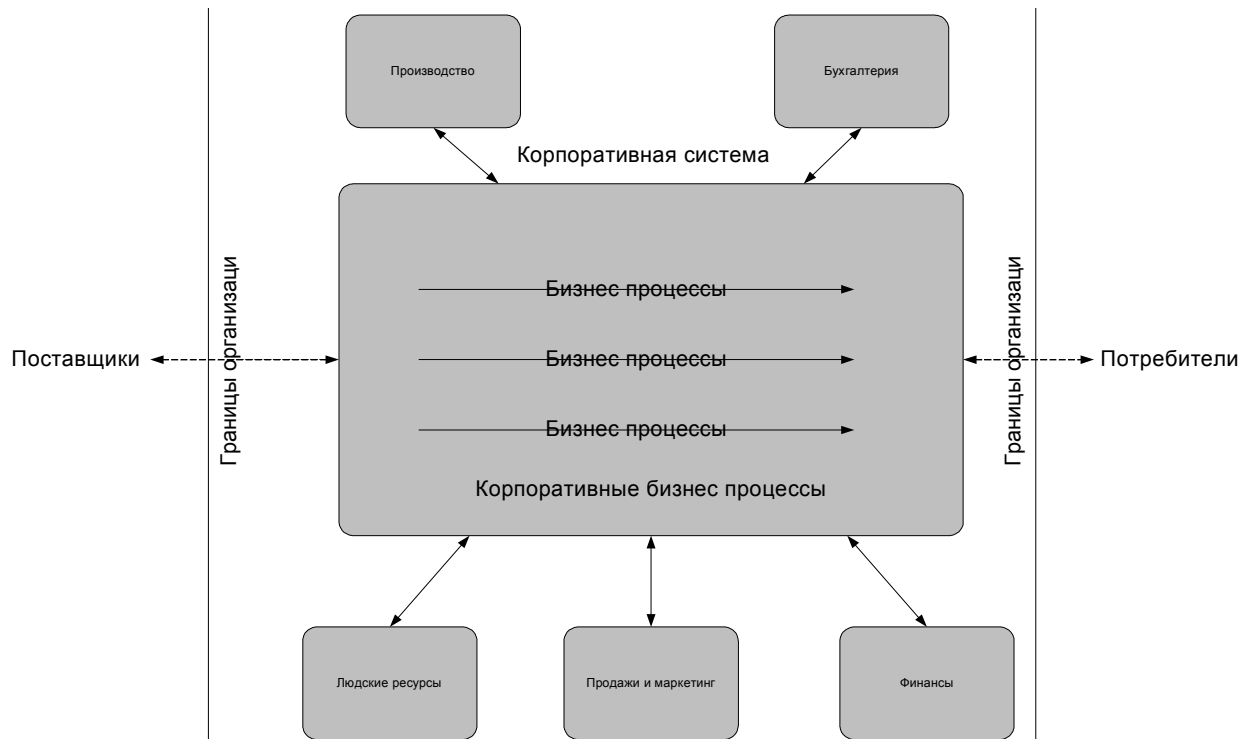


Рис. 7. Инфраструктура корпоративной информационной системы

В корпоративную систему стекается вся информация по ключевым бизнес процессам, которая хранится в отдельном хранилище данных, откуда она может быть использована во всех процессах и подразделениях организации. Таким образом, менеджеры постоянно обладают точной и актуальной информацией для координации ежедневных операций и представлением обо всех бизнес процессах и информационных потоках организации.

Отраслевые сети. Современная экономика характеризуется интенсивными процессами интеграции всех участников рынка. В связи с этим, некоторые компании распространяют свои корпоративные системы и за пределы самой компании для открытия доступа к информации и координации своих бизнес процессов с другими компаниями отрасли. Отраслевые сети, которые иногда называются **“расширенной корпорацией”**, связывают отдельные корпоративные системы нескольких компаний, представленной на рисунке 8.



Рис. 8. Инфраструктура расширенной корпорации

Существует два типа отраслевых сетей: **вертикально организованные отраслевые сети** (объединяет операции компании со всеми ее поставщиками) и **горизонтально организованные отраслевые сети** (связывают компании одной отрасли). На сегодняшний день, большинство отраслевых сетей являются вертикальными и не объединяют между собой конкурентов, работающих в одной отрасли.

Развитие интернет-технологий в существенной степени способствовало интеграционным процессам между компаниями и росту количества отраслевых сетей, так как они предоставляют платформу, при помощи которой между системами различных компаний может быть налажен постоянный обмен информацией.

В подавляющем большинстве случаев проекты построения КИС традиционно начинаются с выбора программного обеспечения. При этом, как правило, выбор происходит не на основе анализа соответствия решения требованиям заказчика, а исходя из оценки программного продукта самого по себе, что в дальнейшем способно повлечь за собой существенные проблемы.

Далее, в виде иерархической последовательности перечислены основные этапы проекта построения КИС в той или иной степени связанные с реинжинирингом компании. Стоит отметить, что рассматривается самый общий случай, когда управляющая (внедряющая) компания отличается от компании – поставщика программного обеспечения, как это принято на Западе при реализации крупных проектов. Такой подход имеет множество рациональных обоснований. Дело в том, что когда управляющая компания является одновременно и поставщиком программного решения, обычно она не может в полном объеме представлять интересы Заказчика в проекте, так как вынуждена в той или иной степени отстаивать «интересы» программного продукта. Подобная ситуация аналогична той, когда обоснование применимости или тестирование программного модуля поручают написавшему его программисту. С другой стороны, проект внедрения КИС никогда не должен носить софтверный оттенок, так как основной его целью является оптимизация управленческой инфраструктуры. Поэтому, проектным управлением должны заниматься не специалисты по конфигуриро-

ванию программного обеспечения, а профессиональные бизнес-консультанты.

Основные стадии проекта разработки и внедрения КИС включают:

- **Анализ опыта других предприятий** (обычно близких по профилю, отрасли, рынку, методам ведения бизнеса и т.д.), связанного с внедрением КИС.

- **Определение целей проекта** в контексте повышения эффективности решения существующих управленческих задач и возможности внедрения принципиально новых управленческих технологий.

- **Определение укрупненных показателей эффективности бизнес-процессов**, подлежащих автоматизации (целевых бизнес-процессов), и формирование первоначальных критериев успешности проекта.

- **Определение приемлемого финансового плана-графика проекта.**

- **Организация тендера и выбор управляющей (внедряющей) компании.** Выбор управляющей компании обычно играет решающую роль с точки зрения общей результативности проекта. Самые серьезные риски чаще всего обусловлены некачественным **управлением проектом (project management)**, поэтому ошибка в выборе управляющей компании может грозить серьезными неудачами. При анализе претендентов следует руководствоваться следующими главными факторами: наличие формализованной (отчуждаемой) методологии управления проектом, высокая деловая репутация компании, присутствие квалифицированных консультантов и бизнес-аналитиков, позитивный опыт работы в аналогичных проектах.

- **Подготовка персонала компании к проекту изменений**, разработка новой политики мотивации труда. Почти во всех случаях проведения серьезных преобразований на предприятии возникает противодействие (как активное, так и пассивное) сотрудников на разных уровнях организационной иерархии. Это обусловлено характерной человеческой особенностью, выражающейся в опасениях по отношению к любым нововведениям, боязни утратить свою незаменимость, неготовности принимать решения и т.д. Как

показывает практика, существенно уменьшить сопротивление персонала, а во многих случаях даже вызвать его заинтересованность в отношении проекта позволяет тщательная проработка новой политики мотивации труда. Другими факторами, эффективно сказывающимися на преодолении этой проблемы, являются: создание у сотрудников твердого убеждения неизбежности нововведений, поддержание высокого статуса проекта и закрепление всех проектных распоряжений соответствующими приказами руководства.

• **Утверждение проектной методологии.** Обследование и реорганизация (в том случае, если она проводится) предприятия являются первым этапом проекта внедрения, и их результаты определяющим образом влияют как на дальнейшую конфигурацию КИС, так и на соответствие результатов ожиданиям Заказчика. Поэтому уже на этом этапе всегда необходимо утверждать единую концепцию управления проектом и строго следовать ей на всех последующих стадиях, при необходимости внося в регламент коррективы, обусловленные новой предметной областью. Проектная методология управления базируется на управлении интеграцией, содержанием, временем, стоимостью, качеством, человеческими ресурсами, коммуникациями, риском, обеспечением проекта. За основу берется процессная модель и выделяется до 37 процессов, каждый из которых описывается в виде входо-выходных модулей с описанием инструментария и технологии преобразования данных. Например, модель команды определяет ролевой состав рабочей группы, правила взаимодействия между ролями и ответственность за выполнение проектных задач. Модель процессов описывает регламент выполнения работ, отчетную политику и правила предоставления результатов на протяжении всего жизненного цикла проекта. Модель рисков описывает правила выявления и отслеживания статусов рисков, а также принципы поиска решений по их устранению или плановому снижению последствий от их актуализации.

- Управление проектом организационных изменений.
- Утверждение модели управления проектом.
- Разработка и утверждение плана-графика обследования.

- **Управление проектом обследования.** Построение и утверждение бизнес-модели «как есть». Представление и согласование полученных результатов.

- **Анализ бизнес-модели «как есть», разработка и утверждение бизнес-модели «как должно быть»,** планирование проекта реорганизации. Разработка технического задания на реорганизацию. Даже в тех случаях, когда поставщики программного обеспечения утверждают, что внедрение возможно по принципу «как есть», они выдают желаемое за действительное, так как всегда наличие КИС подразумевает новые методы работы с информацией, а соответственно и новую бизнес-модель предприятия. Только в этом случае изменения будут продиктованы конфигурацией программного обеспечения, а не реальными показателями эффективности бизнес-процессов.

- **Управление проектом реорганизации бизнес-процессов** и отдельных подсистем (например, системы мотивации) предприятия согласно техническому заданию. Очень часто случается, что этим этапом пренебрегают и, в результате, автоматизация не дает никаких ощутимых результатов. Внедрение КИС оправдано лишь в тех случаях, когда деятельность предприятия соответствует стратегии развития и все методы управления, лежащие в основе требований по функциональности программного обеспечения уже имеют свой утвержденный регламент. Другими словами, нет никакого смысла покупать программный модуль «Бюджетирование» и внедрять его, если сама система бюджетирования на предприятии отсутствует. То же самое можно сказать об оперативности обработки и доставки управленческой информации. Если в этом процессе возникают ситуации, когда задержки вызваны организационными проблемами, то и при наличии КИС требуемой полноты и актуальности информации добиться невозможно. Не следует забывать о том, что если планируется внедрение КИС класса МРПІІ, то для начала нужно определиться с тем, как будет разрабатываться политика планирования производства с учетом новых условий, и уже потом разрабатывать техническое задание по настройке и адаптации программного обеспечения.

Таким образом, в компании должен быть утвержден проект реорганизации бизнес-процессов, включающий механизм принятия

обоснованных решений по изменению структуры (см. соответствующие формальные модели во второй части настоящей работы) в связи с требованием текущей обстановки. В общем виде основные этапы реорганизации представлены на рисунке 9.

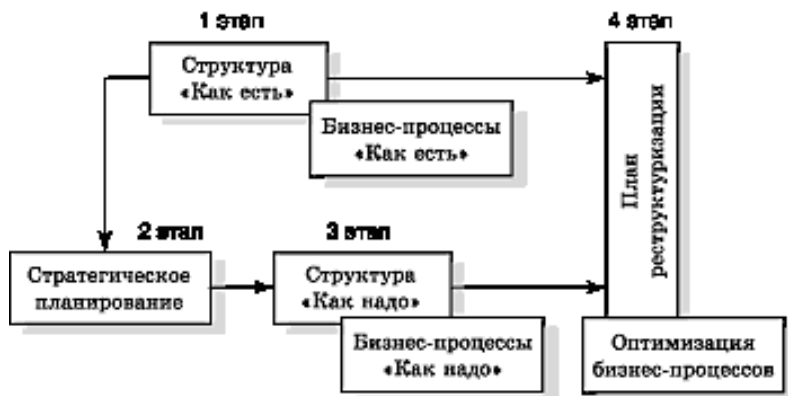


Рис. 9. Реорганизация бизнес процессов

- **Утверждение новой бизнес-модели «как есть»**, соответствующей бизнес-процессам предприятия после осуществления реорганизации.

- **Конкретизация целей и критериев успешности проекта построения КИС.**

- **Разработка функциональных и технических требований к программному обеспечению.**

- **Выбор поставщика программного обеспечения.** Формулирование требований к программному обеспечению (функциональность, открытость, адаптируемость математической модели, технические требования, безопасность, интерфейс, документация, наличие успешно реализованных проектов). Программное обеспечение, предназначенное для внедрения в качестве базиса КИС, обладает одним общим характерным свойством: оно сложно для оперативного ознакомления. Эта проблема обусловлена следующими факторами:

- Сложность не только внутренних механизмов работы, но и наблюдаемой функциональной структуры.

○ Большой набор специфических инструментов для различных областей менеджмента. Например, многие производственные и технологические тонкости неизвестны финансовому директору, и наоборот, главный инженер некомпетентен в принципах анализа финансовых отклонений. Специалист, принимающий решение по выбору программного комплекса, как правило, является IT-менеджером и имеет лишь общее и неполное представление об используемых управленческих методиках.

○ Наличие специальной терминологии, большого количества стандартов и псевдостандартов информационного менеджмента (очень часто общие концепции называют стандартами или вообще ориентируются на «стандарты», являющиеся частью маркетинговой политики некоторых разработчиков).

○ Доступность материалов исключительно рекламного характера, фактическое отсутствие описания реального опыта использования программного комплекса и истинной статистики внедрений.

- Формулирование требований к поставщику программного обеспечения (политика ценообразования, форма контракта, принципы обслуживания и поддержки, кадровые возможности, финансовая стабильность).

- Утверждение требований по форме и графику предоставления информации претендентам.

- Разработка требований к форме презентации, подготовка модельных примеров.

- Рассылка тендерной документации и организация тендера. Выбор поставщика решения или принятие решения об индивидуальной разработке.

- Определение формы сотрудничества и заключение контракта на поставку программного обеспечения.

- **Управление проектом построения и развития КИС**

- Утверждение модели управления, в том числе: модели команды (рабочей группы проекта), модели процессов и модели рисков и т.д.

- Внесение в бизнес-модель корректив, обусловленных развитием компании (если необходимо). Разработка и утверждение информационной модели.

- **Разработка и утверждение плана-графика работ.** Конфигурирование и развитие КИС следует осуществлять в соответствии с принципом версионности. Длительность работ по созданию одной версии не должна быть очень большой (обычно не более года). Это связано со скоростью изменения бизнес-модели (связанной с развитием компании) и с прогрессом в отрасли информационных технологий. Подход к внедрению должен быть итеративным (циклическим): когда один цикл внедрения близок к завершению, должен планироваться следующий.

- Управление настройкой и адаптацией программного обеспечения, согласно требованиям бизнес-модели.

Настройка предметной части КИС зависит от профиля деятельности предприятия, включая, например, программное обеспечение для финансового анализа, складскую программу либо PDM-систему. Некоторая часть КИС определяется такими характеристиками, как масштаб организации, величина и сложность информационных потоков. С их увеличением становится актуальным внедрение специализированных модулей делопроизводства и архивного хранения, которые способны поддерживать крупные электронные архивы смешанной документации с обеспечением необходимого уровня надежности и безопасности хранения информации. Тем самым, определяется функциональная модель КИС (функционал КИС).

В дополнение к функционалу, структуру КИС определяют и реализующие данный функционал технологии. С этой точки зрения современные информационные системы должны отвечать целому набору обязательных требований. Например, использование архитектуры клиент-сервер с возможностью применения большинства промышленных СУБД, обеспечение безопасности с помощью различных методов контроля и разграничения доступа к информационным ресурсам, поддержку распределенной обработки информации, модульный принцип построения из оперативно-независимых функциональных блоков с расширением за счет открытых стандартов (API, COM и другие), а также поддержку технологий Internet/intranet.

Кроме того, немаловажную роль играют и другие, эксплуатационные характеристики: легкость администрирования, эргоно-

мичность, наличие локализованного (русифицированного) интерфейса.

- Процедуры управления настройкой и адаптацией обычно описываются в плане, либо в нем указывается ссылка на отдельный документ, который рассматривается как стандарт управления настройкой и адаптацией.

- Управление тестированием (стабилизацией). Обычно **тестирование бывает двух категорий: функциональное и пользовательское**. Целью функционального тестирования является максимально полная проверка каждого программного модуля на предмет сбоев. Для этой категории разрабатываются специальные типы тестов. Пользовательское тестирование – это следующий уровень тестирования, который выполняется, когда формальные контрольные примеры уже практически не выявляют ошибок. В этом случае, продукт тестируется путем имитации действий различных групп пользователей.

- **Управление рисками и качеством внедрения.** Риск всегда является неотъемлемой составляющей любого сложного и ответственного процесса. Более того, совершение рискованных действий необходимо для прогресса, а ошибки, как известно, являются основой приобретения опыта. Несмотря на то, что некоторые риски неизбежны, это не означает, что попытки определить их и управлять ими вредят творческой работе. Процедурное управление рисками на всем протяжении проекта является одним из самых главных факторов успеха.

Обеспечение качества готового продукта (версии) достигается нахождением оптимального баланса между тремя составляющими: функциональность, надежность, дата выпуска. Каждая из этих составляющих формируется на основе ожиданий заказчика. Очевидно, что не каждый проект является критичным к дате выпуска, так же как не каждый проект критичен к полноте реализации функциональности. **Некоторые ошибки можно легко обойти путем изменения сценария действий пользователя**, так как часто сохранение запланированного срока ввода продукта в эксплуатацию оказывается важнее, чем задержка из-за исправления ошибок и выполнения повторного тестирования.

- Запуск КИС (версии) в опытную эксплуатацию.

- Разработка правил работы с КИС и утверждение процедуры внесения изменений в конфигурацию.

- Обучение и сертификация пользователей и администраторов.

- Организация работы подразделения технической и пользовательской поддержки.

Выбор ERP-системы для внедрения можно производить самостоятельно или привлечь для этого консультанта. Но в любом случае необходимо представлять, каким требованиям должна удовлетворять внедряемая система, чтобы вложенные инвестиции принесли максимальную прибыль.

Обычно выделяют следующие требования к КИС:

Охват всех основных процессов управления корпорацией.

Выбирая систему, следует оценить ее функциональность с точки зрения полноты охвата принятых де-факто на предприятии бизнес-процессов. В противном случае может быть нарушена непрерывность информационных потоков и целостность и непротиворечивость данных для принятия решений, что резко снизит ценность внедряемой системы.

Модульность. Функциональность поставляемой системы должна быть в меру избыточной. Чтобы не тратить лишние деньги, но и иметь определенный запас быстрого наращивания функциональности, полезно иметь возможность выбрать необходимые модули и скомпоновать функциональное решение, отвечающее конкретному бизнесу. Такой подход позволит в перспективе легко наращивать функциональность системы, как добавляя и настраивая необходимые новые компоненты, так и используя избыточную резервную функциональность имеющихся.

Многозвенная архитектура "клиент-сервер". Архитектура решения должна обеспечивать формирование и поддержку единой базы данных и подключение к ней необходимого числа пользователей, в том числе, через Веб-браузер – это позволяет использовать функции системы с любого рабочего места локальной сети компании и удаленно.

Адаптируемость. Система должна отвечать специфике бизнеса конкретного предприятия, иметь возможность удобной настройки форм документов, структур данных и схем процессов для решения бизнес задач.

Интеграция с электронными каналами. Корпоративная система должна предусматривать интеграцию с модулями электронной коммерции и электронного взаимодействия с серверами партнеров и бизнес сообществ.

Региональная и отраслевая специализация. Система должна быть локализована для определенного географического региона (язык, валюта, формат дат и т.п.), использовать методики учета и формы документов, регламентированных региональными и отраслевыми нормативными актами. Желательно, чтобы система дополнительно содержала встроенные отраслевые справочники и поддерживала процессы, характерные для конкретного бизнеса.

Удобный экранний интерфейс. Необходимо применять удобные в использовании, привычные и "очевидные" экранные интерфейсы, чтобы сократить время обучения пользователей, уменьшить количество ошибок, повысить производительность работы и доверие к новому инструментарию.

Информационная открытость. Используемое решение должно учитывать необходимость интеграции со смежными корпоративными системами и информационными системами подразделений, партнеров и бизнес сообществ, обеспечивать возможность перспективного развития/реорганизации ИС. Для этого внедряемая корпоративная система должна обладать средствами доступа к внутренним функциям (API), программирования и настройки, использовать основные стандартные протоколы передачи данных.

Консолидация данных. В случае холдинговой организации компании корпоративная система управления должна иметь средства формирования и анализа консолидированных данных по нескольким бизнес единицам, входящим в холдинг.

Безопасность и надежность. Должны быть реализованы средства разграничения доступа пользователей к функциям и данным (на основе настраиваемых администратором ролей и прав), предусмотрены средства защиты от несанкционированного доступа к информации в зависимости от требований конфиденциальности, должны быть реализованы меры по обеспечению достоверности и целостности данных и защиты их от разрушения.

В качестве ядра всего информационного комплекса системы автоматизации выступают так называемые **функциональные, процессные и информационные модели**. Это наиболее органичный и эффективный способ построения КИС, при котором выполняются вышеперечисленные функции и требования к технологичности. Деятельность любой организации представляет собой совокупность выработанных в повседневной практике бизнес процессов, в которые вовлечены финансовые, материальные, кадровые, информационные и прочие виды ресурсов. Именно бизнес процессы определяют порядок взаимодействия отдельных сотрудников и целых отделов, а также принципы построения информационных систем. Поэтому автоматизация предприятия, исходя из бизнес процесса, наиболее логична.

В качестве инструмента разработки подобных моделей и их интеграции широко используются, в частности, современные **workflow-системы**, выступающие в роли связующего звена, вокруг которого и объединяются другие программные продукты. В результате настройки структуры КИС с использованием подобных инструментов можно автоматизировать деятельность предприятия практически любой отрасли и при этом сохранить специфические, критически важные нюансы управленческого и организационного ноу-хау. Кроме того, в этом случае автоматизацию не нужно начинать с нуля. Интегрированный комплекс может создаваться на базе разрозненных автоматизированных рабочих мест, то есть с использованием уже имеющегося системного и прикладного программного обеспечения. При применении современных workflow-систем, которые характеризуются открытостью и широкими возможностями по настройке, легко достигается динамичная и гибкая модификация целей и функций КИС.

Технология моделирования КИС может использовать различные нотации для описания процессов, функций, информационных потоков и т.д. Например:

- Функциональную модель **IDEF0**;
- Модель процессов **IDEF3**;
- Информационную модель **IDEF1X**.
- Онтологическая модель **IDEF5** и т.д.

Для эффективного управления проектом создания (внедрения) КИС требуется детализованное описание и документирование всех его этапов. Особенно важным представляется наличие описания проекта, независимое от конкретной технологии реализации, так как возможны ее изменения, использование нескольких технологий одновременно. Таким описанием и является функциональная модель **IDEF0**:

- методология функционального моделирования;
- создание "reference model"-основы для дальнейшей работы;
- реинжиниринг бизнес-процессов, модификация деловых процедур и т.д.

Модель в виде **IDEF0** "технологически" независима и дает возможность провести анализ "спектра" возможных реализаций" в терминах прикладной системы".

Информационная модель IDEF1X:

- методология информационного моделирования;
- описание структур данных;
- проектирование баз данных и т.д.

Данная методология хорошо известна (еще и как ER-диаграммы).

Модель процессов IDEF3:

- методология моделирования процессов;
- проектирование процедур;
- описание технологических карт и т.д.

Модель в виде **IDEF3** оптимальна для "чернового" моделирования и представления технологических карт (должностных инструкций).

Онтологическая модель IDEF5:

• Изучение и систематизирование начальных условий. Это действие устанавливает основные цели и контексты проекта разработки онтологии, а также распределяет роли между членами проекта

• Сбор и накапливание данных. На этом этапе происходит сбор и накапливание необходимых начальных данных для построения онтологии.

- Анализ данных. Эта стадия заключается в анализе и группировке собранных данных и предназначена для облегчения построения терминологии.

- Начальное развитие онтологии. На этом этапе формируется предварительная онтология, на основе отобранных данных.

- Уточнение и утверждение онтологии – заключительная стадия процесса.

Онтологический анализ обычно начинается с составления словаря терминов, который используется при обсуждении и исследовании характеристик объектов и процессов, составляющих рассматриваемую систему, а также создания системы точных определений этих терминов. Кроме того, документируются основные логические взаимосвязи между соответствующими введенным терминам понятиями. Результатом этого анализа является онтология системы, или же совокупность словаря терминов, точных их определений взаимосвязей между ними.

К сожалению, на практике **приходится сталкиваться с недостаточным уровнем понимания и проработки моделей будущей КИС**. Как правило, не только не реализуется полный цикл разработки, но даже часто и не планируется. Наиболее существенными причинами такой ситуации являются следующие:

- длительность (задача ставится "в последний момент");
- отсутствие квалифицированных специалистов (особенно менеджеров и системных аналитиков);
- отсутствие интегрированных средств поддержки полного жизненного цикла системы;
- теоретически высокая стоимость;
- вводящая в заблуждение реклама;
- плохая постановка перспективного планирования
- отсутствие формальных критериев или их качественный характер оценки будущей КИС.

Построение современной КИС, как правило, процесс длительный. На практике он длится более одного года. Естественно, нужно уметь распределить силы и средства на весь период, что непривычно и необычно для отечественных менеджеров. Нужно уметь направить "первый удар" в ключевые области, а они то и неизвестны.

Как выбрать систему под конкретный объект? В основе должна быть четкая постановка задачи, то есть должно быть известно, какие бизнес процессы предполагается автоматизировать, какие предъявляются системотехнические требования и тому подобное.

За основу можно взять следующие принципы классификации:

- Количество функциональных подсистем;
- Качество (уровень) взаимосвязи между подсистемами;
- Опция конкретного клиента (например, аппаратная платформа).

Анализ КИС. Процесс анализа представляет собой анализ проблемы, которую организация пытается решить путем построения КИС. Суть анализа состоит в определении проблемы, выявлении ее причин, определении решения и потребностей в информации, которым оно должно удовлетворять.

Системным аналитиком создается карта существующих в организации систем и их взаимодействия, на которой видны поставщики и потребители той или иной информации. Эти стороны напрямую заинтересованы в получении информации, которая будет представляться новой системой. Также в задачи системного аналитика входит описание наличного в организации программного обеспечения и аппаратных средств.

В результате такого анализа организации, системные аналитики выявляют проблемы существующей системы. Путем анализа документации и процедур; наблюдения операций в системе; опросов основных пользователей системы, аналитики определяют проблемные области и задачи, которые должны решаться с помощью новой системы.

Наряду с предложением решения, в задачи системного аналитика входит проведение анализа осуществимости для определения достижимости решения в рамках существующих в организации ограничений. Основные стадии анализа осуществимости следующие:

- **Техническая выполнимость:** возможность внедрения предложенного решения с учетом наличного программного обеспечения, аппаратных средств и технических ресурсов.

- **Экономическая выполнимость:** превысят ли результаты от внедрения новой системы затраты на ее создание?

- **Эксплуатация системы:** впишется ли предлагаемое решение в рамки существующей управленческой и организационной структуры?

Обычно, при анализе систем разрабатывается несколько альтернативных вариантов решений. Затем, определяется степень выполнимости каждого из вариантов. В предложении по созданию системы описываются затраты и результаты, преимущества и недостатки каждой из альтернатив. Далее, менеджментом компании принимается решение о том, какое сочетание затрат, результатов и технических характеристик будет наиболее подходящим для организации.

Возможно, одной из самых сложных задач анализа систем является определение потребностей в информации, которым должно соответствовать выбираемое решение. Определение потребностей в информации заключается в выявлении того, какая и кому необходима информация, где, когда и в каком виде. При анализе потребностей определяются задачи, которые ставятся перед новой или модифицированной системой, и разрабатывается подробное описание функций, которые она должна выполнять. При определении потребностей должны учитываться экономические, технические и временные ограничения, а также цели и процедуры организации и структура процесса принятия решений. Недостаточное внимание анализу потребностей в информации является одной из основных причин несостоятельности системы и высоких затрат на ее разработку. Система, построенная на основании неправильно определенных потребностей в информации, должна быть либо ликвидирована из-за низкой производительности, или же подвергнута кардинальным изменениям.

Определение требований к информационной системе требует проведения большого количества исследований и проверок. Для формирования корректных требований к информационной системе аналитикам необходимо постоянное взаимодействие с ее пользователями.

Во многих случаях, построение новой системы делает возможным переопределение способов функционирования организа-

ции. Для решения некоторых проблем нет необходимости использования информационной системы, но необходимо внесение корректировки в процессы управления, проведение обучения или же усовершенствование уже существующих в организации процедур.

В результате анализа требований и на основании данных принципов для конкретного случая можно получить трехмерную картинку, приведенную на рисунке 10 и содержащую следующие базовые элементы:

- "куб предложения",
- "точка выбора",
- "куб возможностей",

что графически представляется следующим образом:

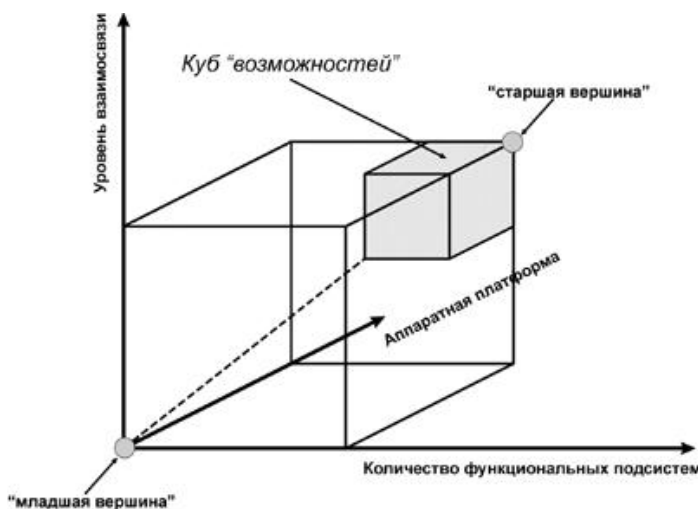


Рис. 10. Выбор программного обеспечения

В "заштрихованную" область попадают те системы, которые пригодны для решения корпоративной задачи управления.

Кроме того, для получения обоснованного решения задачи анализа по вышеуказанной схеме:

- нужно "просмотреть" перспективу развития бизнес процессов, по крайней мере, на два года вперед;

- многие бизнес технологии в российских фирмах находятся в стадии формирования, или быстро меняются;
- часто происходят организационные изменения (например, слияния – разъединения);
- практически все успешно работающие фирмы представляют собой холдинговые (сложноорганизованные) структуры;
- и, опять же, мало квалифицированных менеджеров и аналитиков в самих фирмах

Типичные «узкие места» программного обеспечения:

- Низкий уровень функциональности, интегрированности и недостаточное количество настроек.
- Несовершенная математическая модель, негативно сказывающаяся на возможностях по развитию функциональности.
- Нестабильность работы. Наличие устаревших технологий обработки данных (известно, что иногда перевести программное обеспечение на новые технологические рельсы сложнее, чем написать его заново).
- Отсутствие актуальной технической и пользовательской документации.
- Несоблюдение принципа «версионности».
- Несоответствие маркетинговой информации реальным возможностям программного обеспечения.
- Финансовая нестабильность разработчика.

1.5. Основные типы подсистем КИС

Системы автоматизации деловых процессов для КИС. Сегодня существует целый ряд систем автоматизации деловых процессов (САДП). Из зарубежных систем это, в первую очередь, **Action Workflow** фирмы **Action Technologies** и продукт фирмы **Staffware Inc.**, который так и называется **Staffware**; из отечественных например, система **WorkRoute** компании **ВЕСТЬ АО**.

Работа workflow-систем, как правило, основывается на том, что большая часть деловых процессов представляет собой периодически повторяемую, отрегулированную последовательность действий (выполнение заданий), которая может быть легко форма-

лизована. Для этой цели в них с помощью специальных редакторов создаются так называемые карты деловых процессов, которые описывают, кто, когда, на каком рабочем месте (возможно, в удаленном филиале), с помощью каких программ и как должен обработать те или иные данные. Заложенное в карту описание делового процесса позволяет автоматизировать формирование, активизацию, выполнение и контроль различных заданий.

Карта делового процесса создается с использованием нескольких графических примитивов и затем может быть легко изменена. Таким образом, можно получить реально работающее workflow-приложение. В некоторых workflow-системах создание информационных моделей деловых процессов возможно только с помощью программирования, что представляет собой довольно кропотливый процесс, требующий к тому же специальных знаний. Так, в Action Workflow программирование используется для разработки электронных форм, которые являются неотъемлемой частью бизнес модели, обеспечивая взаимодействие системы с пользователем на этапах делового процесса.

Важно отметить, что, несмотря на общий подход, workflow-системы сильно различаются по возможностям карт деловых процессов, в связи с чем при выборе такой системы необходимо определить, насколько сложными могут быть структуры деловых процессов и какие в них поддерживаются типы этапов. Стандартный набор должен обязательно включать простой узел (выполнение элементарного действия, например редактирование первого варианта технического проекта), условие (ветвление дальнейшего хода делового процесса в зависимости от условий), ветвление (безусловное разделение процесса на несколько параллельных ветвей), объединение ветвей, скрипт (встроенный язык программирования для автоматического выполнения таких операций, как, скажем, обращение в базу данных внешней прикладной программы с извлечением из нее предварительной информации по техническому заданию), множественные точки входа и выхода из делового процесса.

Предполагается, что значения переменных должны считываться не только из базы данных workflow-системы, но и из баз данных прикладных программ, поддерживающих наиболее рас-

пространенные промышленные стандарты СУБД. Это позволяет интегрировать систему автоматизации деловых процессов с внешними приложениями в разрезе совместного использования данных. К встроенному языку программирования, предъявляются такие требования, как простота (например, он должен быть семантически совместим с каким-либо распространенным языком, например, VBA), эффективность, наличие широких возможностей по управлению деловыми процессами и связанными с ними данными. Крайне желательно, чтобы скрипт мог работать с OLE-серверами, запускать внешние программы, взаимодействовать с MAPI-совместимыми почтовыми системами. Если workflow-система рассматривается как основа КИС, то для получения полной интеграции с другими программами и облегчения этого процесса требуется наличие открытого программного интерфейса API, который бы позволил управлять системой из внешних программ.

За разработку стандартов и спецификаций на системы класса workflow отвечает международная организация **Workflow Management Coalition (WfMC)**.

Системы управления документами. Так как workflow-система позволяет объединить вокруг себя практически любые современные приложения, поддерживающие те или иные стандарты межпрограммного взаимодействия, функциональная направленность интегрированного комплекса в принципе ничем не ограничена, однако некоторые сферы деятельности носят более распространенный характер, нежели другие, и поэтому выделились в самостоятельные направления.

Прежде всего, это относится к **системам управления документами и делопроизводству**, то есть к комплексу операций по созданию, управлению и исполнению документов, ведению электронного архива, организации офисного документооборота. Для реализации таких функций объединяют workflow-систему с **системой управления документами (СУД)**. К системам данного класса относятся, например, **DOCS Open** американской фирмы **PC DOCS, DocuLive (Siemens Nixdorf), Documentum (Documentum, Inc.)**. Как правило, СУД имеют богатые возможности по интеграции с внешними приложениями (офисными и прикладными программами), которые и “снабжают” СУД документами. Кроме того,

СУД изначально ориентирована на КИС масштаба предприятия, в связи с чем все промышленные системы выполнены в архитектуре клиент-сервер и способны работать практически на всех программно-аппаратных платформах, т.е. характеризуются масштабируемостью, переносимостью, безопасностью и надежностью хранения данных, а также обеспечивают распределенный режим работы.

Как правило, составные части КИС поддерживают довольно широкий список оборудования и серверного программного обеспечения, это дает возможность уменьшить затраты, так как увеличивается вероятность того, что необходимые базовые продукты в организации уже есть. На сегодняшний день основными платформами, на которых должны функционировать входящие в состав КИС СУД, САДП и прикладное программное обеспечение, считается Windows NT Server, Novell NetWare, основные разновидности Unix и промышленные СУБД Oracle, Microsoft SQL Server, Oracle или Sybase.

Важно отметить, что КИС на основе САДП и СУД являются довольно универсальными. Подобные комплексы, благодаря имеющимся инструментам интеграции, позволяют объединить офисный, (организационно-распорядительный) документооборот с инженерным, в который входит техническая, технологическая и чертежно-конструкторская документация (она, как правило, разрабатывается в САПР и ГИС, например в **AutoCAD**, **MicroStation**, **КОМПАС**), а также любые другие виды информации, вплоть до мультимедиа. Кроме того, в состав КИС могут органично входить программы бухгалтерского, складского и кадрового учета.

Минимальный уровень интеграции обеспечивает наличие открытых кодов командной строки: лучше, если программа поддерживает стандарт **OLE Automation**, и, дополнительно, если она имеет сетевую версию, использующую для хранения своих структурированных данных SQL-сервер. Тогда возможно создание мощного и гибкого инструмента, отвечающего современным требованиям по безопасности и надежности. Большинство отечественных фирм-разработчиков программного обеспечения уже выпустили или в ближайшее время выпустят версии программ, соответствующие промышленным стандартам межпрограммного

взаимодействия. Кроме того, все зарубежные и отечественные офисные пакеты уже поддерживают OLE и поэтому могут интегрироваться между собой и в рамках единой workflow-системы.

Существующие системы автоматизации деловых процессов, как правило, поддерживают одну из двух форм маршрутизации: жесткую или свободную. Первая определяется картой делового процесса, которая конструируется заранее. Таким образом, применение жесткой маршрутизации допустимо там, где технология обработки документов или просто выполнения заданий хорошо формализуется. Большинство зарубежных систем управления относится именно к этому классу программ.

Так как одной из особенностей российского ведения хозяйства является наличие случайного или субъективного фактора, вносящего некоторую неопределенность в структуру деловых процессов, в большинстве отечественных организаций обычно используется свободная маршрутизация, когда последовательность этапов деловых процессов определяется (и доопределяется) на стадии выполнения заданий.

Таким образом, САДП должна учитывать и национальные особенности управления, и потому поддерживать обе парадигмы — и жесткую, и свободную маршрутизацию. Подобный симбиоз двух разных подходов позволяет избежать крайностей и получить то сочетание жесткой и свободной маршрутизации, которое наиболее оптимально соответствует специфике предприятия.

Средства обработки бумажных документов. Практически все современные СУД, хранящие документы, предоставляют те или иные функции по обработке бумажных документов. Обычно они реализуются с помощью специального модуля, который позволяет автоматизировать сканирование и сохранение образов многостраничных документов, а также их распознавание и аннотирование. Последняя функция, в частности, дает возможность наносить на дополнительные слои произвольные пометки, сохраняя при этом первооснову.

При использовании специальных аппаратных средств (например, высокопроизводительных сканеров с поддержкой коррекции изображений и удаления искажений, дополнительных плат постобработки, фильтрации изображений) такой модуль позволяет соз-

дать линию массового (промышленного) ввода документов. Применение подобных комплексов обеспечивает не только высокую скорость преобразования данных, но и экономит место на носителях информации, благодаря более компактному представлению данных (за счет увеличения качества изображений и более мощных алгоритмов сжатия).

Как правило, часть участвующих в документообороте бумаг (по сути дела все, кроме тех, что предназначены для внешнего легитимного использования или предоставляются для отчетности в государственные органы) переводится в электронную форму и именно в таком виде визируется, согласуется и утверждается. В результате реализуется смешанный электронно-бумажный документооборот с необходимым организации соотношением бумажных и безбумажных технологий.

Учитывая сравнительно большой объем документов, представленных в графическом виде, в КИС обычно включают **средства поддержки носителей информации** с низкой удельной стоимостью хранения (например, CD-ROM, CD-RW, магнитооптические диски и библиотеки, стримеры), которые позволяют создавать сравнительно дешевые электронные архивы объемами до нескольких терабайт. Оптимальным модулем для выполнения функций интеграции с подобными хранилищами является СУД. При разработке КИС желательно выбирать СУД, которая поддерживает иерархическое многоуровневое (в смысле использования различных классов носителей) хранение документов. Например, оперативный архив документов может храниться на быстрых дисковых массивах сервера, обширные справочные материалы в магнитооптической библиотеке, а архив документации за прошлые годы — на CD-ROM.

Системы поддержки принятия решений OLAP. Важным моментом в функционировании КИС является необходимость обеспечивать помимо средств генерации данных также и средства их анализа. Имеющиеся во всех современных СУД и СУБД средства построения запросов и различные механизмы поиска хотя и облегчают извлечение нужной информации, но все же не способны дать экспертную ее оценку, то есть сделать обобщение, группирование, удаление избыточных данных и повысить достоверность за

счет исключения ошибок и обработки нескольких независимых источников информации (как правило, не только корпоративных баз данных, но и внешних, расположенных, например, в Internet). Проблема эта становится все более важной в связи с лавинообразным возрастанием объема информации и увеличением требований к информационным системам по производительности. Сегодня успех в управлении предприятием во многом определяется оперативностью принятия решений, данные для которых и предоставляет КИС. В этом случае на помощь старым методам приходит оперативная обработка данных (**On-Line Analytical Processing – OLAP**). Преимущество OLAP заключается в том, что в отличие от классических методов поиска запросы здесь формируются не на основе жестко заданных (или требующих для модификации вмешательства программиста и, следовательно, времени, то есть об оперативности речь идти не может) форм, а с помощью гибких нерегламентированных подходов. OLAP обеспечивает выявление ассоциаций, закономерностей, трендов, проведение классификации, обобщения или детализации, составление прогнозов, т. е. предоставляет инструмент для управления предприятием в реальном времени.

Суть работы OLAP состоит в формировании и последующем использовании для анализа массивов предварительно обработанных данных, которые еще называют предвычисленными индексами. Их построение становится возможным исходя из одного основополагающего предположения, — будучи средством принятия решений, OLAP работает не с оперативными базами данных, а со стратегическими архивами, отличающимися низкой частотой обновления, интегрированностью, хронологичностью и предметной ориентированностью. Именно неизменность данных и позволяет вычислять их промежуточное представление, ускоряющее анализ гигантских объемов информации.

Сегодня доступен целый ряд различных систем OLAP, ROLAP (реляционный OLAP), MOLAP (многомерный OLAP) — **Oracle Express, Essbase (Arbor Software), MetaCube (Informix)** и другие. Все они представляют собой дополнительные серверные модули для различных СУБД, способные обрабатывать практически любые данные. Интеграция КИС с системой оперативного анализа

информации позволит во много раз увеличить эффективность первой, поскольку данные в ней будут не просто храниться, а работать.

Системы, основанные на применении Internet-технологий. Неотъемлемой чертой современных КИС стало применение **Internet-технологий**. Современные КИС поддерживают полноценную работу из обычного браузера, фактически, имеют так называемый тонкий клиент и специальное серверное программное обеспечение, обеспечивающее функционирование данного клиента. Как правило, такое техническое решение позволяет использовать стандартные хранилища данных (библиотеки документов, базы данных) из локальных, корпоративных и глобальных сетей, не требуя существенных затрат на дополнительное администрирование и поддержание целостности, надежности и безопасности хранения данных.

Многие небольшие и крупные фирмы используют информационные системы и сети, чтобы сделать свой бизнес более конкурентоспособным и повысить производительность. Использование **Internet-технологий** и других глобальных сетей дают предпринимателям новые возможности. Например, информационные системы могут оказаться полезными при расширении компании. При открытии новых офисов в регионах распределенные сети облегчают связь подразделений, территориально удаленных друг от друга.

В настоящее время сложилась четкая тенденция нацеливания фирм на выход на мировой рынок. Глобализация мировой экономики увеличила ценность информации для компаний. Сегодня информационные системы обеспечивают коммуникационные и аналитические возможности, которые необходимы фирмам для обеспечения торговли и управления бизнесом в крупном масштабе. Управление корпорацией, взаимодействие поставщиков и потребителей, находящихся на разных континентах, 24 часа в сутки, обеспечение информацией руководства на местах и общее руководство предприятия – это задачи, решаемые информационной системой. Потребители с помощью информационных систем узнают все данные о продукции различных производителей 24 часа в сутки, что делает конкуренцию более жесткой.

Информационные системы необходимы для контроля потока информации в организациях, чтобы помочь оптимизировать управление трудовыми и материально-техническими ресурсами.

До недавних пор корпорация представляла собой иерархическую, централизованную структуру из специалистов, которые, как правило, выполняют несколько стандартных процедур по выпуску продукта или услуги потребителю. В настоящий момент появляются тенденции, трансформирующие такую корпорацию. Новая корпорация – это децентрализованная, гибкая, более гладкая структура профессионалов, которые имеют расширенный доступ к информации, необходимой им для работы над выпуском продукта или услуги. При этом появляются разновидности одного и того же продукта, но адаптированные под специфику определенного рынка или потребителя. Такую новую корпорацию трудно представить без информационной системы.

Традиционное управление сводилось к формальному плану, жесткому делению на подразделения и большому количеству бюрократических процедур. Новое управление будет, в первую очередь, определять цели, а уже после этого составлять план работ (формальные модели назначения работ рассматриваются во второй части настоящей работы); будет придаваться большее значение индивидуальной работе сотрудников, а не работе групп, и задачей менеджера станет обеспечение эффективного взаимодействия между отдельными сотрудниками, а это может быть достигнуто только с помощью использования информационной системой.

Интернет создает новую «универсальную» технологию, которую можно использовать в качестве основы для новых продуктов, услуг, стратегий и организаций. Информационные системы вынуждены изменяться под давлением Интернета. Благодаря тому, что глобальная сеть разрушила географические барьеры, поток информации стал мощнее и активнее, тем самым, инициировав появление новых моделей бизнеса и информационных систем.

Особый интерес для организаций представляет **«Всемирная паутина» (World Wide Web)** или Web, поскольку именно эта сторона Интернета даёт много новых возможностей для бизнеса организаций. Web – это система с унифицированными стандартами на хранение, передачу и отображение информации в сетевом ок-

ружении. Информация хранится в виде электронных страниц, связанных между собой, которые могут быть доступны с компьютера любого типа.

Множество фирм, находящихся в различных точках земного шара успешно используют сеть Internet в своей деятельности. Интернет позволяет значительно сократить время, необходимое для того, чтобы сделанные организацией инвестиции начали работать. Сеть уже помогла многим фирмам заработать и сэкономить многие миллионы долларов. Это объясняется тем, что Интернет позволяет получать наиболее свежую и важную информацию из различных источников.

Сетевые информационные технологии дают возможность не только совместно работать удаленным подразделениям компании, а также находить партнеров, невзирая на расстояния. Появляются виртуальные организации, объединяющие людей посредством сети, и виртуальные корпорации, которые состоят из нескольких таких организаций. При этом компании могут использовать преимущества друг друга, физически не взаимодействуя. Например, одна компания может заниматься разработкой продукта, другая – производством, а третья – продажами произведенного продукта или услуги.

Интернет может связать тысячи организаций в единую сеть, что служит основой для создания электронного рынка. **Электронный рынок – это информационная система**, объединяющая поставщиков и потребителей для взаимного обмена информацией, продукцией, услугами, при этом обеспечивается проведение электронных платежей. Большой диапазон товаров и услуг предлагается, покупается и обменивается, используя Интернет в качестве глобальной ярмарки.

Электронный глобальный рынок централизует систему сбора экономической информации, повышает ее полноту и актуальность, что позволяет: дать описание не только стандартных, но и специфических товаров индивидуального спроса; увеличить число участников рыночных операций и точно определить их предпочтения; снизить стоимость сделок; организовать виртуальное общение участников; избежать накопления запасов товара и перепроизводства.

Интернет является фундаментом для электронной коммерции. Но важно также то, что на основе Интернет создаются локальные сети организаций, называемые Интранет, которые позволяют охватить процессы внутри организации, например, управление персоналом, контроль баланса предприятия, планирование выпуска продукции, составление расписания ремонтных работ, утверждение документов. Использование Интернет технологий для этих целей определяется общим термином Электронный бизнес.

Электронный бизнес и электронная коммерция способны коренным образом изменить стиль ведения бизнеса и принципы построения организаций. Используя Интернет и другие цифровые технологии, организациям придется изменить бизнес-модели, реорганизовать бизнес-процессы, изменять корпоративную культуру, более тесно сотрудничать с поставщиками и потребителями.

Применение Internet-технологий требует решения проблем с **обеспечением информационной безопасности**. Для предотвращения несанкционированного доступа к документам и для исключения возможных диверсий злоумышленников встроенных средств СУД и САДП недостаточно. Поэтому в состав КИС обязательно входят специальные программно-аппаратные средства защиты. Они, в частности, позволяют шифровать данные, поддерживают электронную цифровую подпись и могут проводить на ее основе аутентификацию пользователей. Все это обеспечивает достоверность и целостность информации внутри КИС. В качестве подобной системы криптографической защиты информации (СКЗИ) можно, например, использовать одну из модификаций (в зависимости от операционной системы и требуемой сложности защиты). Обычно СКЗИ представляют собой открытые системы, допускающие интеграцию с внешними программами, но необходимо обратить особое внимание на то, сертифицирована ли СКЗИ и по какому классу. В России сертификацией подобных систем занимается ФАПСИ.

Эффективность программных средств защиты может быть существенно повышена за счет применения аппаратных и биометрических средств: аппаратных ключей, смарт-карт, устройств распознавания отпечатков пальцев, сетчатки глаза, голоса, лица, оцифрованной подписи.

В дополнение к ним на стыке сегментов локальных сетей и Internet желательна установка брандмауэров — средств контроля за внешними (входящими и исходящими) соединениями. (Наиболее типичным примером системы данного класса является **CheckPoint FireWall-1** фирмы **CheckPoint Software**). Они позволяют отслеживать передачу информации практически всех известных на сегодняшний день протоколов Internet.

Средства управления проектами и стратегического планирования. Возможности САДП по оперативному контролю и управлению предприятием в некоторых случаях недостаточны. Прежде всего, это имеет место в крупных организациях, где ведутся долгосрочные проекты с привлечением большого числа различных ресурсов. Как известно, для решения подобных задач применяются системы управления проектами (например, **Primavera for the Enterprise, Primavera Expedition, Microsoft Project, OpenPlan**). Введение их в состав КИС позволит осуществлять стратегическое планирование и управление предприятием на основе подходов управления проектами (**Project Management**).

В терминах САДП реализация основных процессов СУП представляет собой деловой процесс, который состоит из последовательных и параллельных этапов с последовательным и/или циклическим характером реализации процедур, то есть подразумевает, что с течением времени может происходить возврат на предыдущие этапы (что в принципе невозможно при реализации календарно-сетевых планов и графиков производства работ по проекту). Это тем более важно, что в стандартной практике планирования проектов отсутствуют условные этапы, достижимые только при выполнении некоторого условия на одном из предшествующих. За исключением специальных случаев, когда в рамках проекта имеется информация о вероятности перехода к той или иной работе, доступности ресурса и т.д. и используются пакеты типа **Monte Carlo for Primavera**. С его помощью проводится имитация вариантов выполнения проекта, сопровождаемого с помощью базового пакета для управления проектами **Primavera Project Planner (P3)**, а также анализ рисков проектов и моделирование непредвиденных обстоятельств. При помощи **MonteCarlo for Primavera** оцениваются риски для групп работ и возможные сценарии развития про-

екта. В результате может быть получена оценка вероятности завершения любой части или всего проекта к определённой дате и в рамках установленного бюджета. Например, можно задать возможные рамки сроков доставки материалов и разброс цен на них, или рассчитать возможные потери от непредвиденных обстоятельств, возникших при реализации проекта.

Практически все системы управления проектами (СУП) берут за основу некий план проекта, составляемый на предварительном этапе. Затем в соответствии с этим планом автоматически организуются выполнение, анализ и управление рабочими этапами плана, пакетами работ и самими работами. Методологии САДП и СУП, несмотря на различие в масштабах автоматизируемых действий, в известной степени перекликаются, что позволяет установить двустороннюю синхронизацию между схемами workflow и стратегическим планом (в виде календарно-сетевых планов или графиков выполнения работ по проекту). Здесь важно отметить, что в рамках СУП календарное планирование и ход выполнения этапов происходят в полуавтоматическом режиме. Фактически выдача рабочих заданий, нарядов, контроль их исполнения и анализ (оценка) ситуации осуществляются пользователем в полуавтоматическом режиме. Интеграция с workflow-системой позволяет создать **корпоративную систему управления проектами**.

Перед корпоративной СУП стоит несколько задач:

- возможность управлять одновременно группой проектов;
- возможность управлять взаимосвязями проектов;
- анализ портфеля (группы) проектов;
- поддержка возможности выбора проекта по заданным критериям;
- возможность использования лучшего практического опыта;
- контроль выполнения проекта и т.д.

Таким критериям, например, удовлетворяет пакет **Primavera Enterprise**, поэтому он может быть выбран в качестве одного из базовых элементов корпоративной системы управления проектами. В результате внедрения подобных систем обеспечивается **управление крупными комплексными проектами**, так как имеется налаженный процесс разработки продукции и корпоративная культура организации позволяет, используя Primavera Enterprise,

осуществлять проекты в рамках бюджета и в запланированные сроки.

Использование СУП дает главное (так как именно время является самым дефицитным ресурсом) – оценивать и управлять резервами времени, уделяя особое внимание последовательности выполнения работ и работам проекта, выполнение которых оказывает решающее влияние на результаты проекта.

Внедрению системы предшествует трудоемкий процесс сбора и анализа данных для обоснования необходимости использования программного обеспечения для управления проектами и наполнением, в особенности при запуске СУП на первом проекте. Все определяется масштабом и сложностью проекта. Он (они) должен быть таким крупным и сложным, что управление становится невозможным без использования программного обеспечения. Однако затраты окупаются, если не на первом, то на всех последующих проектах, так как использование СУП и метода критического пути способствует сокращению продолжительности проектов на 15-20% и позволяет избежать дополнительных задержек при их реализации.

Важно, чтобы СУП позволяла автоматизировать процесс планирования, например, создавая шаблоны многократно повторяющихся проектов. Тогда, на основе имеющегося проекта, можно быстро моделировать новый проект, используя работы, организационную структуру и другую вспомогательную информацию из библиотеки типовых проектов. Это сокращает расходы на планирование проекта еще на 25%.

Являясь частью корпоративной структуры, СУП формирует и отслеживает структуры проектов предприятия (EPS), для того чтобы определять доступность всех трудовых и нетрудовых ресурсов в данный и в будущие моменты времени. В рамках корпорации за счет этого достигается дополнительный экономический эффект от использования высвободившихся ресурсов в определенное время на запланированные работы.

Применение СУП непосредственно влияет на совершенствование процессов на предприятии посредством установления связей между командами проектов, обмена полученными результатами и

построения системы управления проектами на основе обратной связи.

СУП является неотъемлемой частью системы **управления знаниями**, так как главная задача любой современной корпорации (и от ее решения зависит будущее) – создание информационной сети и управление корпоративными внутренними знаниями для повышения эффективности работы и удовлетворения потребностей заказчиков. Основным инструментом для решения данной задачи является сохранение данных проектов, реализованных корпорацией, в единой легко доступной базе знаний. Конечная цель в этом случае – обеспечение доступа всех сотрудников корпорации к постоянно изменяющейся базе знаний.

Чисто технически интеграция современных САДП и СУП не вызывает вопросов, поскольку обе системы, как правило, соответствуют стандартам межпрограммного взаимодействия и могут разделять данные. То есть, они поддерживают стандарты ODBC, OLE 2.0 и DDE. SQL-архитектура базы данных СУП позволяет получать доступ к данным о проекте, используя внешние приложения, в том числе и workflow-системы, и строить распределенные корпоративные системы управления.

В результате интеграции данных систем информация по задачам проекта из СУП автоматически отправляется исполнителям, и система автоматизации деловых процессов обеспечивает механизм согласования исполнения работ. По мере выполнения работ участники проекта могут быстро отчитываться о состоянии порученных им работ, сообщая о проценте выполнения работы или пакета работ, например, по электронной почте (ее поддержка встроена во многие workflow-системы), и эта информация будет автоматически передаваться в систему управления проектами, где используется для актуализации факта по календарно-сетевому плану проекта.

MRP (Material Requirements Planning) системы, интенсивная разработка теории которых осуществлялась с начала 60 годов, в настоящее время присутствуют практически во всех интегрированных информационных системах управления предприятием.

Прежде всего, необходимо заметить, что MRP системы разрабатывались для использования на производственных предприятиях. Если предприятие имеет дискретный тип производства (Сборка

на заказ – АТО, Изготовление на заказ – МТО, Изготовление на склад – МТС, Серийное – RPT, и т.д.), т.е. когда для выпускаемых изделий имеется ведомость материалов и состав изделия, то использование MRP системы является логичным и целесообразным. Если предприятие имеет процессное производство (**Process Industry, Continuous-Batch Processing**), то применение MRP функциональности оправдано в случае длительного производственного цикла.

MRP системы редко используются для планирования материальных потребностей в сервисных, транспортных, торговых и других организациях непромышленного профиля, хотя потенциально идеи MRP систем могут быть с некоторыми допущениями применены и для непромышленных предприятий, деятельность которых требует планирования материалов в относительно длительном интервале времени.

MRP системы базируются на планирование материалов для оптимальной организации производства и включают непосредственно функциональность MRP, функциональность по описанию и планированию загрузки производственных мощностей CRP (**Capacity Resources Planning**) и имеют своей целью создание оптимальных условий для реализации производственного плана выпуска продукции.

Основная идея MRP систем состоит в том, что любая учетная единица материалов или комплектующих, необходимых для производства изделия, должна быть в наличии в нужное время и в нужном количестве.

Основным преимуществом MRP систем является формирование последовательности производственных операций с материалами и комплектующими, обеспечивающей своевременное изготовление узлов (полуфабрикатов) для реализации основного производственного плана по выпуску готовой продукции.

Основные элементы MRP системы можно разделить на элементы, предоставляющие информацию, программная реализация алгоритмической основы MRP и элементы, представляющие результат функционирования программной реализации MRP.

В упрощенном виде исходную информацию для MRP системы представляют следующие элементы:

- **Ведомость материалов и состав изделия (ВМ)** представляет собой номенклатурный перечень материалов и их количеств для производства некоторого узла или конечного изделия. Совместно с составом изделия ВМ обеспечивает формирование полного перечня готовой продукции, количества материалов и комплектующих для каждого изделия и описание структуры изделия (узлы, детали, комплектующие, материалы и их взаимосвязи). Ведомость материалов и состав изделия представляют собой таблицы базы данных, информация которых корректно отражает соответствующие данные, при изменении физического состава изделия или ВМ состояние таблиц должно быть своевременно скорректировано.

- **Состояние запасов** отражается в соответствующих таблицах базы данных с указанием всех необходимых характеристик учетных единиц. Каждая учетная единица, вне зависимости от вариантов ее использования в одном изделии или многих готовых изделиях должна иметь только одну идентифицирующую запись с уникальным кодом. Как правило, идентификационная запись учетной единицы содержит большое количество параметров и характеристик, используемых MRP системой, которые можно классифицировать следующим образом:

- общие данные – код, описание, тип, размер, вес и т.д.
- данные запаса – единица запаса, единица хранения, свободный запас, оптимальный запас, запланированный к заказу, заказанный запас, распределенный запас, признак партии/серии и т.д.
- данные по закупкам и продажам – единица закупки/продажи, основной поставщик, цена и т.д.
- данные по производству и производственным заказам и т.д.

Записи учетных единиц обновляются всякий раз при выполнении операций с запасами, например, запланированные к закупке, заказанные к поставке, оприходованные, брак и т.д.

На основании входных данных MRP система выполняет следующие основные операции:

- на основании ОПП определяется количественный состав конечных изделий для каждого периода времени планирования;
- к составу конечных изделий добавляются запасные частей, не включенных в ОПП;

- для ОПП и запасных частей определяется общая потребность в материальных ресурсах в соответствии с ВМ и составом изделия с распределением по периодам времени планирования;

- общая потребность материалов корректируется с учетом состояния запасов для каждого периода времени планирования;

- осуществляется формирование заказов на пополнение запасов с учетом необходимых времен опережения;

Результатами работы MRP системы являются:

- план-график снабжения материальными ресурсами производства – количество каждой учетной единицы материалов и комплектующих для каждого периода времени для обеспечения ОПП. Для реализации плана-графика снабжения система порождает график заказов в привязке к периодам времени, который используется для размещения заказов поставщикам материалов и комплектующих или для планирования самостоятельного изготовления;

- изменения плана графика снабжения – внесение корректировок в ранее сформированный план-график снабжения производства;

- ряд отчетов, необходимых для управления процессом снабжения производства.

Одной из составляющих интегрированных информационных систем управления предприятием класса MRP является система планирования производственных мощностей (CRP).

Основной задачей системы CRP является проверка выполнимости MPS с точки зрения загрузки оборудования по производственным технологическим маршрутам с учетом времени переналадки, вынужденных простоев, субподрядных работ и т.д. Входной информацией для CRP является план-график производственных заказов и заказов на поставку материалов и комплектующих, который преобразуется в соответствии с технологическими маршрутами в загрузку оборудования и рабочего персонала.

Типовая функциональность MRP систем:

MRS

- описание плановых единиц и уровней планирования;
- описание спецификаций планирования;
- формирование основного производственного плана графика.

MRP

- управление изделиями (описание материалов, комплектующих и единиц готовой продукции);
- управление запасами;
- управление конфигурацией изделия (состав изделия);
- ведение ведомости материалов;
- расчет потребности в материалах;
- формирование MRP заказов на закупку;
- формирование MRP заказов на перемещение и т.д.

CRP

- рабочие центры (описание структуры производственных рабочих центров с определением мощности);
- машины и механизмы (описание производственного оборудования с определением нормативной мощности);
- производственные операции, выполняемые в привязке к рабочим центрам и оборудованию;
- технологические маршруты, представляющих последовательность операций, выполняемых в течение некоторого времени на конкретном оборудовании в определенном рабочем центре;
- расчет потребностей по мощностям для определения критической загрузки и принятия решения и т.д.

Системы MRP II (Manufacturing Resources Planning) являются дальнейшим развитием систем MRP и ориентированы на эффективное планирование всех ресурсов производственного предприятия. В общем случае можно выделить следующие направления

- планирование бизнеса;
- планирование производства;
- формирование основного производственного плана-графика;
- MRP;
- CRP и т.д.

Системы MRP II предполагают вовлечение в информационную интеграцию финансовой составляющей (планирование бизнеса). В системах MRP II предполагается специальный инструментарий формирования финансового плана и составления бюджетных смет, прогнозирования и управления движением денежных средств, на основании которых определяется возможность реали-

зации производственного плана с точки зрения наличных и предполагаемых денежных средств.

ERP системы (Enterprise Resources Planning), как дальнейшее развитие интегрированных информационных систем управления предприятием кроме вышеуказанной функциональности, как правило, включают планирование ресурсов распределения (DRP – I, DRP – II), и ресурсов для проведения технологического обслуживания и выполнения ремонтов.

Системы DRP обеспечивают оптимальное решение (планирование, учет и управление) транспортных задач по перемещению материально-технических ресурсов и готовой продукции.

Кроме этого для MRPII и ERP систем характерно наличие специальной подсистемы управления реализацией долгосрочных проектов (Project Management), предполагающей полнофункциональное планирование материальных ресурсов, трудовых ресурсов, оборудования, формирования сетевых графиков работ, управление ходом выполнения и фактурирование реализуемых проектов.

Системы электронной коммерции типа B2B определяются как аппаратно-программные комплексы, позволяющие поддерживать бизнес процессы между предприятиями. Прежде всего, они призваны решать задачи сбыта и материально-технического снабжения (procurement). Условно эти комплексы делятся на следующие типы (хотя некоторые системы B2B могут обладать признаками принадлежности к нескольким категориям):

- **Корпоративный сайт компании.** Предназначен для общения данной фирмы с партнерами и контрагентами – поставщиками и потребителями, действующими и потенциальными инвесторами. Сайт, как правило, содержит информацию о компании, ее персонале, руководстве, а также каталоги продукции и описание услуг.

- **Онлайновый магазин (online store).** Может быть встроен в общекорпоративный сайт или существовать отдельно. С его помощью обеспечивается сбыт продукции предприятия. Такой Интернет-магазин позволяет покупателям непосредственно через Сеть размещать заказы на требуемую продукцию, заключать контракты, проводить платежи и осуществлять контроль за поставками.

- **Служба закупок (buy site).** Как и онлайновый магазин, она может быть встроена в общекорпоративный сайт или вынесена в

отдельный. Служба закупок или снабжения, также называемая B2B procurement, позволяет предприятию осуществлять материально-техническое снабжение (МТС) непосредственно со своего Интернет-сайта. Такая система предоставляет возможности публикации своей потребности в материально-технических ресурсах, поиска поставщиков и получения от них коммерческих предложений, организации тендеров, конкурсов и т. д.

- **Информационные сайты и вертикальные порталы.** Предоставляют информацию об индустриальной отрасли в целом и основных входящих в нее компаниях, обзор событий отрасли, ключевые индикаторы и параметры состояния рынка, сведения об отраслевых стандартах, электронные справочники и др. Эти Web-узлы могут включать и разделы для проведения электронных конференций и дискуссий, а также обладать функциями поддержки снабжения и сбыта.

- **Брокерские сайты.** Играют роль посредников между покупателем и продавцом. Их задача – получить через Интернет-сайт заказ от одного предприятия, а затем разместить его выполнение на другом.

- **Электронные торговые площадки (ЭТП).** Существуют как отдельные Интернет-системы (сайты) и предназначены для непосредственной организации онлайн-деятельности специалистов служб сбыта и снабжения различных предприятий. На ЭТП создаются "рабочие места" для предоставления пользователям таких услуг, как создание и поддержка фирменных каталогов, поиск продавцов и покупателей, проведение тендеров, аукционов и других видов конкурсов в онлайн-режиме, подбор комплекса средств интерактивного онлайн-взаимодействия контрагентов, выполнение маркетингового и конъюнктурного анализа, предконтрактной и контрактной подготовки, проведение платежных операций и осуществление контроля за поставками. Торговая площадка может фактически выполнять все функции по обеспечению сбыта и снабжения. Таким образом, ее ГИП представляет собой автоматизированное рабочее место специалиста по сбыту или снабжению. На торговой площадке, как правило, существует процедура авторизации участников. Желающие стать пользователями данной ЭТП проходят регистрацию, позволяющую установить и

ввести в систему необходимую информацию о предприятии пользователя. После этого пользователю предоставляется ключ (логин и пароль) для входа в систему, которая по этому ключу "опознает" данного пользователя и открывает ему доступ к ресурсам системы. Торговая площадка представляет собой сложно организованную систему со своей инфраструктурой. Ее функционирование обеспечивают группа специалистов в данной предметной области, служба технической поддержки и другие сервисные подразделения. Чем-то ЭТП напоминает хорошо организованный торговый центр, где разные продавцы арендуют площади, а администрация обеспечивает рекламу, привлечение покупателей, а также условия и сервис для заключения сделок (купли-продажи). При этом администрация заинтересована в том, чтобы покупательский спрос был удовлетворен и по ассортименту, и по качеству. И чтобы продавцы не остались без покупателей. За право работы на ЭТП обычно приходится платить. Причем на некоторых из них взимаются комиссионные – в размере нескольких процентов или долей процента от стоимости проводимых операций (транзакций). На других доступ оплачивается фиксированной суммой, не зависящей от проводимых операций. При этом плата за работу на торговой площадке несопоставимо ниже стоимости создания своего Интернет-магазина или своей электронной службы снабжения. Точно так же соотносятся плата за аренду площади в торговом центре и стоимость строительства и поддержания собственного магазина. Кроме того, в ряде случаев продажа товаров через большой торговый центр может оказаться гораздо более эффективной, нежели через свой отдельно стоящий магазин.

- **Электронные биржи.** По функциям они очень близки к торговым площадкам, однако, в отличие от последних, деятельность на такой бирже ведут не сами предприятия, а их агенты (брокеры).

- **Интегрированные комплексы.** Обеспечивают прямое взаимодействие внутрикорпоративных систем управления (АСУ, ERP) с внешней системой электронной коммерции B2B – торговой площадкой и являются наиболее законченным и привлекательным решением в области электронной коммерции B2B. Интегрированные комплексы позволяют полностью автоматизировать все функции материально-технического снабжения (МТС) и поэтапно

увязать в единую цепочку все звенья внутрикорпоративных бизнес процессов: анализ, планирование, бухгалтерию и финансы, учет материальных ценностей (склады), сбыт, снабжение, логистику.

Управление отношениями с клиентом – CRM (customer relationship management) – это разносторонний процесс, обеспечивающий тесную интеграцию всех областей деятельности фирмы и ее цепочки поставок, которые имеют отношение к клиентам (маркетинг, сбыт, обслуживание клиентов, биллинг, обработка счетов и т.д.), за счет налаживания взаимодействия между людьми и процессами, как вручную, так и автоматически.

На первый взгляд, такое определение предполагает, что вся структура фирмы должна ориентироваться на клиента. Однако большинство организаций строятся по функциональному принципу – в них создаются подразделения сбыта, маркетинга, финансов, бухгалтерия и так далее. Полная перестройка подобной структуры требует невероятно сложных изменений в культуре производства и организационной динамике, которые выглядят просто нереальными. Гораздо легче ограничиться лишь группами и функциями, "имеющими отношение к клиенту". Фирм, которые бы постоянно уделяли все свое внимание запросам потребителей и их удовлетворению, найдется очень мало. Как правило, приходится работать в жесткой корпоративной среде, нацеленной на экономию за счет расширения масштабов и обеспечение функциональной эффективности.

Конечно, базовая предпосылка CRM: непрерывное изучение и удовлетворение потребностей клиента, не нова. Подобная работа ведется уже многие годы. Однако со временем любая организация разрастается, и ее функциональные группы начинают применять средства информационных технологий, причем это происходит на самых разных этапах развития. Каждая из таких разрозненных систем, как правило, представляет собой набор лучших в своем роде компонентов, которые существовали на момент ее создания. В совокупности же эти системы просто не поддаются тесной интеграции, которая бы смогла обеспечить целостный подход к обслуживанию клиента. В последние годы происходит бурное развитие Интернет-технологий, и это позволяет налаживать связь между разнородными системами, создавая тем самым "лицо" фирмы.

Главным средством привлечения клиентов является предложение новых продуктов и услуг, хотя для этого существуют и другие стимулы: выгоды самообслуживания, возможность легко получать товары и услуги по самым разным каналам, простота их оплаты. Каждого полученного таким образом клиента фирма стремится удержать, выявляя для этого его потребности и явно или неявно стараясь удовлетворить их. Чтобы клиент не ушел к конкуренту, нужно непрестанно обновлять ассортимент продуктов и услуг, наполнять их новыми функциями. Помогает удержать клиентов и создание чувства общности. Важность подобной деятельности просто невозможно переоценить, но и налаживание такой работы одна из самых трудных задач. Дело в том, что оперативная и архивная информация о потребителях зачастую рассеяна по самым разным системам учета. А ведь компания вполне может повысить свой доход, если предложит каждому клиенту индивидуальный набор товаров и услуг на основании накопленной о нем информации. Для развития отношения с клиентами и их закрепления можно также предложить постоянным покупателям различные скидки и льготы, например, сбрасывая цену на предварительные заказы.

Со временем определилось **два направления развития систем CRM**. Первое из них базируется на том, что **поиск нового клиента обходится обычно в 10 раз дороже**, чем поддержание отношений со старым. При этом компании, которые действуют только в Интернете, вынуждены тратить на закрепление покупателей намного больше средств, чем обычные магазины. Электронная фирма может легко потерять клиента по таким тривиальным причинам, как плохо скомпонованный узел или низкая его производительность, ведь чтобы перейти к конкуренту, пользователю Интернета достаточно простого щелчка мышью. Столь специфичная среда породила комплекты программ CRM, нацеленные в первую очередь на обслуживание через Интернет. Впрочем, они зачастую интегрируются и с традиционными каналами, используя телефоны и почту.

Толчком для **развития второго направления CRM** послужило осознание того, что традиционно затратные службы, справочные столы, техническая поддержка, биллинг и доставка, вполне

могут приносить прибыль. Это стало возможным в результате появления технологий, которые позволили объединить разрозненные системы в единый организм. Фирмы поняли: когда клиент обращается к "служебным" функциям, ему можно что-нибудь предложить. Закреплению клиентов способствует и постоянное внимание к ним после завершения сделки, то есть, в процессе послепродажного обслуживания или поддержки проданной продукции непосредственно на предприятии. Такой корпоративный подход стал основой для возникновения еще одной группы приложений CRM.

В целом же, для правильного принятия и реализации деловых решений крайне важны все фазы управления отношениями с клиентом и все направления развития приложений CRM (как для Интернета, так и для корпоративных систем).

Новая управленческая концепция **SCM (Supply Chain Management – управление цепочками поставок)** предложила совместно работающим компаниям, с одной стороны, сфокусироваться на потребностях конечных пользователей, а с другой – снизить издержки в каждом звене цепочки. Главный эффект в деятельности подобных сообществ должен достигаться за счет согласованности действий всех участников цепочки, что в свою очередь обеспечивается с помощью специализированных средств – SCM-систем, входящих в состав большинства развитых ERP-решений.

Supply Chain определяется как цепочка поставок – это сеть производственных объектов и средств доставки товаров, через которую закупаются сырье и материалы, преобразуемые в этой же сети в полуфабрикаты и конечные продукты и затем доставляемые потребителям.

Цепочка поставок охватывает все виды деятельности, связанные с движением и преобразованием материала, – от начальной стадии (добыча сырья) до транспортировки продукта клиенту. В ней выделяются материальные, финансовые и информационные каналы, а движение может происходить в обоих направлениях.

SCM – это процессно-ориентированная стратегия, в соответствии с которой партнеры совместно планируют, выполняют и контролируют работу по организации внутренних и внешних

потоков информации, сырья, материалов и элементов незавершенного производства, а также поставок готовой продукции, сведений и услуг конечному пользователю, координируя и улучшая взаимосвязи друг с другом на всех этапах, начиная с появления заказа и заканчивая послепродажным обслуживанием.

Концептуальная модель SCM представлена на рисунке 11. Она подразумевает управление материальными, информационными и финансовыми потоками и дополняет средства учета, организации производства и планирования ресурсов в глобальной сети, отличающейся огромной сложностью взаимосвязей ("многие-многим").

Информация о деятельности и текущем состоянии каждого участника процесса должна быть доступна на любом отрезке цепочки. Циклы обратной связи (все стрелки двунаправлены!) позволяют обеспечить поставку товара точно в срок, минимизировать расходы на складирование и оперативно отреагировать на требования заказчика. Данные из точек продаж немедленно распространяются по всей цепочке, что позволяет менеджерам разных компаний прогнозировать закупки и продажи, планировать спрос, запасы и объемы производства и выбирать наиболее подходящих исполнителей для размещения заказов именно на их предприятиях.

Информационные потоки подразумевают использование систем электронных платежей и возможность автоматического проведения взаиморасчетов и оплаты товаров и услуг – это важное условие, так как в противном случае задержка в финансовых расчетах станет тормозить деятельность цепочки в целом.

Одна из главных целей модели SCM – снижение затрат в ходе внутренних и особенно внешних (на них приходится более половины стоимости продукта) процессов формирования стоимости конечного продукта (value chain). Конечная стоимость товара складывается из множества затратных операций, связанных с закупкой сырья, производством, доставкой и информационным сопровождением. Поэтому при выполнении каждой хозяйственной операции надо постараться определить, как это сделать с наименьшими расходами.

Если модель SCM в сети поставщиков работает, то эти цели достигаются автоматически – за счет циклов обратной связи, когда

благодаря осмысленному выбору проверенных поставщиков повышается качество товара, уменьшаются издержки перевозок и складирования, снижается себестоимость продукта, удается быстро определять наличие товара на складе и время поставки и появляется возможность создавать товар, отвечающий пожеланиям конкретного пользователя.

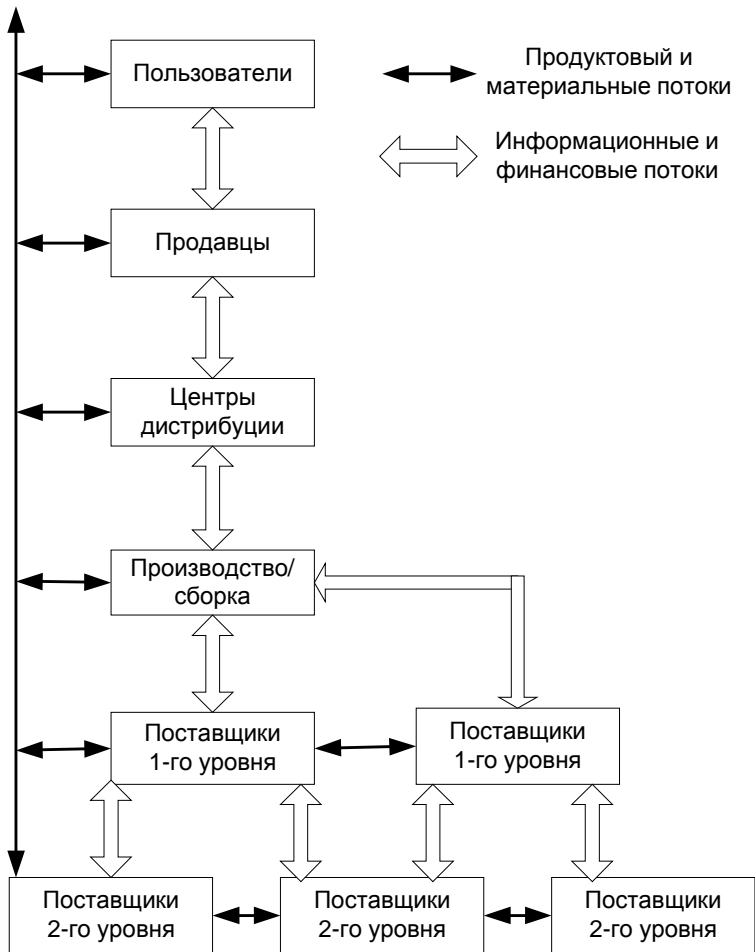


Рис. 11. Концептуальная модель SCM

Описанная модель, конечно, идеальна. Воплотить ее в реальную жизнь непросто, так как надо решить множество проблем. К примеру, в российских условиях задача построения цепочки осложняется тем, что уровень доверия между отечественными компаниями низок, таможенное законодательство затрудняет эффективную организацию поставок, в территориально разнесенных холдингах начинают сказываться внешние условия (например, климатические) и т.п. Кроме того, компании способны эффективно управлять цепочками поставщиков и потребителей только в том случае, когда хорошо налажены их внутренние операции.

Интеграция ERP и систем B2B. Системы планирования ресурсов предприятия (ERP, enterprise resource planning) обеспечивают согласованное решение задач учета, контроля, планирования и управления производственными и финансовыми ресурсами предприятия. Стандартный состав задач ERP, как правило, охватывает все сферы жизнедеятельности компании.

Решение задач снабжения и сбыта в таких классических ERP в подавляющем большинстве случаев сводится к учетным функциям. Механизма непосредственного компьютерного взаимодействия с поставщиками и потребителями (точнее, с их системами управления ресурсами) такие системы не имеют. Эту брешь как раз и могут залатать системы электронной коммерции B2B, обеспечивающие электронный интерфейс между разными предприятиями – поставщиками и потребителями. Таким образом, интеграция ERP с системами B2B – естественный и закономерный этап в развитии технологии управления ресурсами предприятия. С другой стороны, становится совершенно очевидным, что создание и эксплуатация систем электронной коммерции (ЭК), прежде всего типа B2B, являются эффективными только в том случае, если эти системы интегрированы в общекорпоративные бизнес процессы и соответственно встроены в систему планирования и управления ресурсами.

Поскольку электронная торговая площадка позволяет осуществлять прямое взаимодействие между субъектами рынка – поставщиками и потребителями, то она может стать элементом интеграции между ERP этих субъектов. В этом случае отдельные корпоративные системы управления ресурсами становятся частью

большого электронного рынка. При этом важно понимать, что информационная защищенность внутренней ERP от вторжения из внешней зоны, безусловно, обеспечена рядом технических решений.

Во-первых, эта система находится в зоне интранета, а торговая площадка – в Интернете; адресация ресурсов в этих зонах различается, и адреса внутренней интранет-зоны недоступны для проникновения из внешней Интернет-зоны.

Во-вторых, существуют специальные системы защиты (прокси-серверы и брандмауэры).

Таким образом, в интегрированной системе **ERP+B2B** рабочее место специалиста по снабжению или сбыту оказывается подключенным как к внутренней зоне, в которой решаются локальные задачи управления ресурсами, так и к внешней – торговой площадке, через которую он связывается и взаимодействует с партнерами и контрагентами – поставщиками и потребителями.

1.6. Внедрение КИС: проблемы и решения

Внедрение КИС, как и любое серьезное преобразование на предприятии, является сложным и зачастую болезненным процессом. Тем не менее, некоторые проблемы, возникающие при внедрении системы, достаточно хорошо изучены, формализованы и имеют эффективные методологии решения. Заблаговременное изучение этих проблем и подготовка к ним значительно облегчают процесс внедрения и повышают эффективность дальнейшего использования системы.

Проектирование системы. В результате проведения анализа, системные аналитики должны описать и сформулировать все необходимые требования к системе так, чтобы она удовлетворяла определенным потребностям в информации. При проектировании системы определяется, как с помощью данной системы будут решены указанные задачи. Разработка информационной системы представляет собой разработку плана или модели системы, как единого целого. Такой план должен содержать все спецификации, определяющие форму и структуру системы.

В задачу разработчика системы входит подробное описание спецификаций системы по каждой из ее функции, выявленной при анализе системы. В такого рода спецификациях должны быть описаны все управленческие, организационные и технологические компоненты предлагаемого решения.

Процесс проектирования любой информационной системы может быть разделен на два этапа: проектирование на логическом уровне и проектирование на физическом уровне:

§ Суть проектирования на логическом уровне состоит в описании всех элементов системы и их связей друг с другом. На данном этапе описываются входы и выходы, функции обработки данных, бизнес процедуры, модели данных и процедуры контроля.

§ Проектирование на физическом уровне представляет собой процесс преобразование абстрактной логической модели в технический проект новой системы. На этом этапе определяются требования к аппаратным средствам, программному обеспечению, базам данных, оборудованию ввода-вывода, процедурам, выполняемым вручную, и процедурам контроля. Результатом проектирования на физическом уровне являются спецификации перевода абстрактного логического плана системы в функциональную систему из людей и машин.

Как правило, при разработке информационной системы, разрабатываются несколько ее проектов. Они могут быть централизованными или распределенными, интерактивными, частично или полностью автоматизирующими процессы организации. Каждый проект информационной системы представляет собой уникальную комбинацию определяющих ее технических и организационных факторов. Критерием качества проекта является его легкость и рациональность для пользователей в рамках существующих технологических, организационных, финансовых и временных ограничений.

Потребности пользователей в информации определяют ключевые направления развития и построения информационной системы. Для того чтобы система удовлетворяла определенным пользователем приоритетам и потребностям в определенной информации, необходимо его постоянное участие в процедуре контроля процесса разработки системы. Участие пользователя в

разработке системы повышает понимание и степень его удовлетворенности системой в дальнейшем, снижая проблемы, вызываемые внутригрупповыми конфликтами и незнанием функций и процедур новой системы. Следствием недостаточного привлечения пользователей в процесс проектирования системы может быть ее несостоятельность.

Степень и характер участия пользователей в процессе проектирования системы различны для каждой отдельно взятой системы. Например, необходимая степень участия пользователей в проектировании систем с простыми или прямыми потоками информации меньше, чем в системах с детализованными, сложными или нечетко определенными потоками. В зависимости от степени участия пользователей в проектировании систем, различаются методы, применяемые при разработке систем.

Следующие шаги процесса создания системы состоят в преобразовании спецификаций разработанного решения, определенных в процессе анализа и проектирования системы в полноценную информационную систему. Заключительные шаги состоят из программирования, тестирования, внедрения, использования и поддержки системы.

Программирование. Процесс преобразования спецификаций, разработанных при проектировании, в компьютерное программное обеспечение составляет лишь незначительную часть цикла разработки и проектирования информационной системы. Но именно данный этап является центральным, на котором система обретает свою форму. В процессе программирования, спецификации системы, разработанные на стадии проектирования, переводятся в программный код.

Тестирование. Чтобы быть уверенным, что система полностью соответствует поставленным задачам, необходимо проведение ее полного и всестороннего тестирования. Тестирование отвечает на вопрос, “Достигается ли необходимый результат в конкретных условиях?”

Обычно на проведение тестирования затрачивается около 50 процентов бюджетных средств, выделенных на разработку системы. Проведение тестирования требует также больших затрат времени: данные для тестирования должны быть тщательно подготов-

лены, результаты проверены, и на их основании в систему вносятся корректировки. В некоторых случаях, на основании результатов тестирования принимаются решения о повторном проектировании каких-либо частей системы. При недостаточном внимании данному процессу, риск несостоятельности системы увеличивается.

Работы по тестированию информационной системы могут быть разделены на три типа:

§ Модульное тестирование – состоит из тестирования каждого модуля системы по отдельности. Цель такого тестирования – убедиться в том, что модули системы работают без ошибок, но зачастую эта цель является недостижимой. Такое тестирование должно проводиться не в виде поиска ошибок в программах, а в нахождении путей, как вызвать сбой в ее работе. Когда такие пути указаны, проблемы могут быть исправлены.

§ Тестирование системы – состоит в тестировании функционирования системы, как единого целого. На данном этапе стараются определить будут ли отдельные модули функционировать совместно, как это планировалось на этапе проектирования системы, или же существуют различия между тем, как система функционирует и тем, как она замышлялась. При тестировании системы особое внимание должно уделяться таким показателям, как время, затрачиваемое на выполнение отдельных функций.

§ Окончательное тестирование – в результате осуществления данного этапа должно быть выработано мнение о готовности системы для ее полноценного использования в организации. Система тестируется и оценивается конечными пользователями и топ-менеджментом компании. Только когда все стороны приходят к заключению о том, что новая система удовлетворяет всем поставленным задачам и стандартам организации, принимается решение о ее использовании в организации.

Одним из важнейших моментов является то, что все аспекты тестирования должны быть тщательно продуманы и максимально понятны для пользователей. Для этого командой разработчиков совместно с пользователями разрабатывается план тестирования системы, который включает в себя все подготовительные мероприятия по описанным выше этапам тестирования.

Внедрение – это процесс перехода от использования старой системы к новой. Он отвечает на вопрос, “Будет ли новая система работать в реальных условиях?” Можно выделить четыре основных типа перехода на использование новой системы: стратегия параллельного перехода, стратегия прямого перехода, стратегия пилотного перехода и пофазовая стратегия.

§ При **стратегии параллельного перехода**, в организации одновременно функционируют и старая, и замещающая ее система до тех пор, пока каждый сотрудник не убедится в том, что новая система функционирует корректно. Это наиболее безопасный способ перехода, так как при возникновении ошибок, данные из старой системы могут использоваться в качестве резервной копии. Однако такой подход является очень дорогостоящим, и при одновременном функционировании двух систем, могут потребоваться дополнительные ресурсы.

§ При **стратегии прямого перехода**, в означенный день старая система полностью заменяется новой. На первый взгляд, такая стратегия кажется менее дорогостоящей, чем стратегия параллельного перехода. Однако этот подход является достаточно рискованным и потенциально может быть более дорогостоящим, чем параллельный переход в том случае, если возникают серьезные проблемы при функционировании новой системы. При таком подходе отсутствует система, к которой можно будет вернуться.

§ При **пилотной стадии перехода**, новая система представляется ограниченной части организации – это может быть отдельное подразделение или отдел. Когда пилотная версия внедрена и работает корректно, она устанавливается во всей организации, либо одномоментно, либо поэтапно.

§ При **пофазовой стратегии перехода**, новая система вводится поэтапно либо по отдельным функциям, либо по подразделениям организации.

План перехода на новую систему представляет собой график всех работ, которые необходимо выполнить для ввода в действие новой системы. Обычно, больше всего времени занимает конвертация данных. Данные из старой системы должны быть перенесены в новую либо вручную, либо при помощи специальных про-

граммных модулей. Затем, эти данные должны быть тщательно проверены на соответствие и полноту.

Переход от старой системы к новой подразумевает, что конечные пользователи должны быть обучены работе с новой системой. В процессе перехода подготавливается подробная документация, описывающая работу системы, как с технической точки зрения, так и с точки зрения конечных пользователей, для ее дальнейшего использования при обучении и в ежедневной работе. Недостаток обучения и документации может повлечь за собой несостоятельность системы. Таким образом, этот этап разработки системы является очень важным.

Использование и поддержка. После завершения процесса установки и перехода на новую систему, говорится, что система находится в производстве. Во время этой стадии система оценивается как пользователями, так и техническими специалистами для определения степени ее соответствия поставленным задачам и принятия решений о необходимости внесения в нее изменений. Процессы внесения изменений в аппаратные средства, программное обеспечение, документацию или процедуры системы, находящейся в производстве, с целью исправления ошибок, соответствия новым требованиям называется поддержкой.

Опираясь на опыт компаний, можно приблизительно оценить время, необходимое на выполнение различных задач по поддержке системы. Приблизительно 20 процентов времени уделяется исправлению ошибок или исправлению непредвиденных проблем, возникающих в процессе эксплуатации системы; еще 20 процентов уделяется внесению изменений в структуру данных, файлы, отчеты, аппаратные средства и программное обеспечение. Но 60 процентов всей работы по поддержке занимает настройка системы под конкретных пользователей, совершенствование документации и перепрограммирование модулей системы для повышения эффективности процесса обработки данных. Объем работ процесса поддержки системы может быть сокращен при более тщательном проведении анализа и проектирования системы.

Далее приведены **основные проблемы и задачи**, возникающие в большинстве случаев при внедрении систем управления и рекомендации по их решению.

Отсутствие постановки задачи менеджмента на предприятии.

Наверное, этот пункт является наиболее значимым и сложным. Большинство руководителей управляют своим предприятием только исходя из своего опыта, своей интуиции, своего видения и весьма неструктурированных данных о его состоянии и динамике. Как правило, если руководителя попросить описать в каком-либо виде структуру деятельности своего предприятия или набор положений, исходя из которых он принимает управленческие решения, дело достаточно быстро заходит в тупик.

Грамотная постановка задач менеджмента является важнейшим фактором, влияющим как и на успех деятельности предприятия в целом, так и на успех проекта автоматизации. Например, совершенно бесполезно заниматься внедрением автоматизированной системы бюджетирования, если само бюджетирование не поставлено на предприятии должным образом, как определенный последовательный процесс.

К сожалению, на настоящий момент в России до конца не сложился национальный подход к менеджменту, и в данный момент российское управление представляет собой гремучую смесь из теории западного менеджмента (которая во многом не является адекватной существующей ситуации) и советско-российского опыта, который, хотя и во многом гармонирует с общими жизненными принципами, но уже не отвечает жестким требованиям рыночной конкуренции.

Поэтому, первое, что необходимо сделать для того, чтобы проект внедрения КИС оказался удачным – максимально формализовать все те контуры управления, которые планируется автоматизировать. В большинстве случаев, для осуществления этого не обойтись без привлечения профессиональных консультантов, но по опыту, затраты на консультантов просто не сопоставимы с убытками от проваленного проекта автоматизации. Поэтому нужно не ошибиться в выборе консультантов.

Необходимость в частичной реорганизация структуры и деятельности предприятия.

Прежде чем приступать к внедрению системы автоматизации на предприятии обычно необходимо произвести частичную реор-

ганизацию его структуры и технологий ведения бизнеса. Поэтому, одним из важнейших этапов проекта внедрения, является полное и достоверное обследование предприятия во всех аспектах его деятельности. На основе заключения, полученного в результате обследования, строится вся дальнейшая схема построения корпоративной информационной системы. Несомненно, можно автоматизировать все, про принципу "как есть", однако, этого не следует делать по ряду причин. Дело в том, что в результате обследования обычно фиксируется большое количество мест возникновения необоснованных дополнительных затрат, а также противоречий в организационной структуре, устранение которых позволило бы уменьшить производственные и логистические издержки, а также существенно сократить время исполнения различных этапов основных бизнес-процессов. Как сказал, кто-то из великих, нельзя автоматизировать хаос, ибо в результате этого получится автоматизированный хаос. Под термином реорганизация я даже не имею в виду реинжиниринг в его классическом западном понимании, с полной перестройкой всей внутрихозяйственной и коммерческой деятельности. Реорганизация может быть проведена в ряде локальных точек, где она объективно необходима, что не повлечет за собой ощутимый спад активности текущей коммерческой деятельности.

Необходимость в изменении технологии работы с информацией и принципов ведения бизнеса.

Эффективно построенная информационная система не может не внести изменений в существующую технологию планирования бюджетирования и контроля, а также управления бизнес-процессами.

Во-первых, одними из самых важных для руководителя особенностей КИС, являются модули управленческого учета и финансового контроллинга. Теперь каждое функциональное подразделение может быть определено как центр финансового учета, с соответствующим уровнем финансовой ответственности его руководителя. Это в свою очередь повышает ответственность каждого из таких руководителей, и предоставляет в руки высших менеджеров эффективный инструментарий для чёткого контроля исполнения отдельных планов и бюджетов.

При наличии информационной системы, руководитель способен получать актуальную и достоверную информацию обо всех срезях деятельности компании, без временных задержек и излишних передаточных звеньев. Кроме того, информация подаётся руководителю в удобном виде "с листа" при отсутствии человеческих факторов, которые могут предвзято или субъективно трактовать информацию при передаче. Однако справедливо было бы заметить, что некоторые руководители не привыкли принимать управленческие решения по информации в чистом виде, если к ней не приложено мнение человека, который ее доставил. Такой подход в принципе имеет право на жизнь и при наличии информационной системы, однако часто он негативно отражается на объективности менеджмента.

Внедрение системы автоматизации вносит существенные изменения в управление бизнес-процессами. Каждый документ, отображающий в информационном поле течение или завершение того или иного сквозного бизнес-процесса, в интегрированной системе создается автоматически, на основании первичного документа, открывшего процесс. Сотрудники, ответственные за этот бизнес-процесс лишь контролируют и, при необходимости, вносят изменения в позиции построенных системой документов. Например, заказчик разместил заказ на продукцию, который должен быть исполнен к определенному числу месяца. Заказ вводится в систему, на основании его системой автоматически создается счет (на основе существующих алгоритмов ценообразования), счет пересылается заказчику, а заказ направляется в производственный модуль, где происходит "разузлование" заказанного вида продукции на отдельные комплектующие. На основе списка комплектующих в модуле закупок системой создаются заказы на их закупку, а производственный модуль соответствующим образом оптимизирует производственную программу, чтобы заказ был исполнен точно к сроку. Естественно, в реальной жизни возможны различные варианты неустраиваемых срывов поставок комплектующих, поломки оборудования и т.д., поэтому каждый этап выполнения заказа должен строго контролироваться ответственным за него кругом сотрудников, которые, в случае необходимости, должны создать

управленческое воздействие на систему, чтобы избежать нежелательных последствий или уменьшить их.

Не стоит полагать, что работать при наличии автоматизированной системы управления станет проще. Наоборот, существенное сокращение бумажной волокиты ускоряет процесс и повышает качество обработки заказов, поднимает конкурентоспособность и рентабельность предприятия в целом, а все это требует большей собранности, компетенции и ответственности исполнителей. Возможно, что существующая производственная база не будет справляться с новым потоком заказов, и в нее тоже нужно будет вносить организационные и технологические реформы, которые впоследствии положительно скажутся на процветании предприятия.

Сопrotивление сотрудников предприятия.

При внедрении корпоративных информационных систем в большинстве случаев возникает активное сопротивление сотрудников на местах, которое является серьезным препятствием для консультантов и вполне способно сорвать или существенно затянуть проект внедрения. Это вызвано несколькими человеческими факторами: обыкновенным страхом перед нововведениями, консерватизмом (например, кладовщику, проработавшему 30 лет с бумажной картотекой, обычно психологически тяжело пересаживаться за компьютер), опасение потерять работу или утратить свою незаменимость, боязнь существенно увеличивающейся ответственности за свои действия. Руководители предприятия, принявшие решение автоматизировать свой бизнес, в таких случаях должны всячески содействовать ответственной группе специалистов, проводящей внедрение информационной системы, вести разъяснительную работу с кадрами, и, кроме того:

- Создать у сотрудников всех уровней твердое ощущение неизбежности внедрения;
- Наделить руководителя проекта внедрения достаточными полномочиями, поскольку сопротивление иногда (часто подсознательно, или в результате неоправданных амбиций) возникает даже на уровне топ-менеджеров;
- Всегда подкреплять все организационные решения по вопросам внедрения изданием соответствующих приказов и письменных распоряжений.

Временное увеличение нагрузки на сотрудников при внедрении системы.

На некоторых этапах проекта внедрения временно возрастает нагрузка на сотрудников предприятия. Это связано с тем, что помимо выполнения обычных рабочих обязанностей, сотрудникам необходимо осваивать новые знания и технологии. Во время проведения опытной эксплуатации и при переходе к промышленной эксплуатации системы в течение некоторого времени приходится вести дела, как и в новой системе, так и продолжать ведение их традиционными способами (поддерживать бумажный документооборот и существовавшие ранее системы). В связи с этим, отдельные этапы проекта внедрения системы могут затягиваться под предлогом того, что у сотрудников и так хватает срочной работы по прямому назначению, а освоение системы является второстепенным и отвлекающим занятием. В таких случаях руководителю предприятия, помимо ведения разъяснительной работы с уклоняющимися от освоения новых технологий сотрудниками необходимо:

- Повысить уровень мотивации сотрудников к освоению системы в форме поощрений и благодарностей;
- Принять организационные меры к сокращению срока параллельного ведения дел.

Формирование квалифицированной группы внедрения и сопровождения системы, руководителя группы.

Внедрение большинства крупных систем автоматизации управления производится по следующей технологии: на предприятии формируется небольшая (3-6 человек) рабочая группа, которая проходит максимально полное обучение работе с системой, затем на эту группу ложится значительная часть работы по внедрению системы и дальнейшему ее сопровождению. Применение подобной технологии вызвано двумя факторами: во-первых, тем, что предприятие обычно заинтересовано в том, чтобы у него под рукой были специалисты, которые могут оперативно решать большинство рабочих вопросов при настройке и эксплуатации системы, а во-вторых, обучение своих сотрудников и их использование, всегда существенно дешевле аутсорсинга. Таким образом, форми-

рование сильной рабочей группы является залогом успешной реализации проекта внедрения.

Особенно важным вопросом является выбор руководителя такой группы и администратора системы. Руководитель, помимо знаний базовых компьютерных технологий, должен обладать глубокими знаниями в области ведения бизнеса и управления. В практике крупных западных компаний такой человек занимает должность СІО (Chief Information Officer) которая обычно является второй и в иерархии руководства компании. В отечественной практике, при внедрении систем такую роль, как правило, играет начальник отдела АСУ или ему аналогичного. Основными правилами организации рабочей группы являются следующие принципы:

- Специалистов рабочей группы необходимо назначать с учетом следующих требований: знание современных компьютерных технологий (и желание осваивать их в дальнейшем), коммуникабельность, ответственность, дисциплинированность.
- С особой ответственностью следует подходить к выбору и назначению администратора системы, так как ему будет доступна практически вся корпоративная информация;
- Возможное увольнение специалистов из группы внедрения в процессе проекта может крайне негативно отразиться на его результатах. Поэтому членов группы следует выбирать из преданных и надежных сотрудников и выработать систему поддержки этой преданности в течение всего проекта;
- После определения сотрудников, входящих в группу внедрения, руководитель проекта должен четко расписать круг решаемых каждым из них задач, формы планов и отчетов, а также длину отчетного периода. В наилучшем случае, отчетным периодом должен быть один день.

Выводы:

- Перед тем, как осуществлять проект внедрения необходимо максимально формализовать его цели, сопоставить им соответствующие шкалы для измерения степени достижения этих целей.
- Никогда не следует пренебрегать стадией предпроектного анализа. Любая неточность на этом этапе обернется десятикратными потерями на последующих этапах. Лучше привлечь профес-

сиональных консультантов для обследования предприятия и постановки задач менеджмента. В любом случае затраты окупятся. Но, при этом, следует иметь дело с солидными компаниями, так как, к сожалению, кроме консультантов, существуют еще и псевдо-консультанты.

- Следует старательно и обоснованно подходить к выбору программного обеспечения для построения КИС, так как ошибки дорого обходятся. Не обязательно посмотреть как можно больше систем, можно воспользоваться аналитическими обзорами специализированных независимых агентств, а еще лучше посмотреть их "живьем", а не по маркетинговым материалам разработчиков. Не стоит пытаться разрабатывать систему силами своих программистов. Готовые системы разрабатываются специализированными коллективами на протяжении многих лет и имеют реальную себестоимость гораздо выше продажной цены – известный парадокс характерный для программных и интеллектуальных продуктов.

- Для большинства компаний результатами изменений в информационных технологиях является сокращение операционных и посреднических издержек, что является следствием координации выполняемых работ и принимаемых решений на уровне организации или же отрасли в целом. Компании заинтересованы в построении систем, интегрирующих ключевые бизнес процессы, охватывающие всю организацию, а затем связывающие ее бизнес процессы с другими компаниями отрасли. Компании также стремятся достичь экономии и эффективности, объединяясь с другими компаниями и интегрируя свои информационные инфраструктуры. Поэтому выбор и настройка бизнес процессов и соответствующей КИС надо производить с учетом действующих в организациях партнерах бизнес-процессов и их КИС (или, по крайней мере, отдельных модулей, масштабируемых в надкорпоративные информационные системы. Например, при реализации общих глобальных проектов и т.д.).

- Проект внедрения системы должен иметь наивысший приоритет, среди остальных организационных и коммерческих проектов. Аналогично, высокими полномочиями должен обладать руководитель проекта, а иногда и вся команда проекта.

- Создание среди всех сотрудников предприятия атмосферы неотвратимости внедрения обеспечивает необходимую динамику проекту, даже если возникают непредвиденные трудности, а они возникают в любом информационном проекте! Положительная мотивация и организационные меры должны повышать, а не снижать темп освоения новых технологий.

- В конечном счете, внедрение системы почти как ремонт – его невозможно закончить, можно лишь прекратить. Для информационных проектов, в большей степени, чем для любых других справедливо утверждение «Лучшее враг хорошего», так как информационные технологии имеют самые высокие темпы развития! Так что внедрение, по сути, никогда не закончится, система должна все время совершенствоваться в процессе своей промышленной эксплуатации вместе с прогрессом информационных технологий и методологий управления деятельностью предприятия.

Литература к первой части

1. Гаврилов Д.А. Управление производством на базе стандарта MRP II. СПб: Питер, 2002. – 320 с.
2. Гейтс Б. Бизнес со скоростью мысли. М.: Изд-во ЭКСМО-Пресс, 2001. – 480 с.
3. Гончаров О.Н. Руководство для высшего управленческого персонала. М.: МП "Сувенир", 1994.
4. Девид А., МакГоуэн М., Росс К.Д. Методология структурного анализа и проектирования SADT. М.: Метатехнология, 1993.
5. Елисеев В., Ладыженский Г. Введение в Интранет // Системы управления базами данных. 1996. №№ 5-6.
6. Ивлев В.А., Попова Т.В. Реорганизация деятельности предприятий: от структурной к процессной организации. М.: ООО Издательство «Научтехлитиздат», 2000.
7. Симонов С. Информационная безопасность в корпоративных системах: практические аспекты // PC Week. 2001. № 30.
8. Корольков В.Ф., Брагин В.В. Процессы управления организацией. Ярославль: Из-центр Яртелекома, 2001. – 416 с.
9. Кравченко В.Ф., Кравченко Е.Ф., Забелин П.В. Организационный инжиниринг. Учебное пособие. М.: «Издательство ПРИОР», 1999. – 256 с.

10. Кульгин М. Технологии корпоративных сетей. Энциклопедия – СПб.: Издательство «Питер», 1999. – 704 с.
11. Организация и современные методы защиты информации / Под общей редакцией С.А. Диева, А.Г. Шаваева. Москва, 2002.
12. Планета КИС. Полезные статьи. Концепция построения комплексных информационных систем.
13. Планета КИС Обзоры. B2B промышленность движется к Hi-Tech.
14. Планета КИС Обзоры. CRM без рекламной шумихи.
15. Планета КИС Обзоры. MRP.
16. Планета КИС Обзоры. Благополучие корпораций заблудилось в сети поставщиков.
17. Спирли, Эрик. Копоративные хранилища данных. Планирование, разработка, реализация. М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 400 с.
18. Теллин С.. Интранет и адаптивные инновации. Jet INFO, 1996. № 21/22.
19. Шлеер С., Меллор С. Объектно-ориентированный анализ: моделирование мира в состояниях. Киев: Диалектика, 1993.
20. Donald Tham K. CIM – OSA: Enterprise Modelling. University of Toronto, 1995. <http://www.ie.utoronto.ca/EIL/entmethod/cimosa/cim.html>.
21. Duncan W.A Guide to the Project Management Body of Knowledge. PMI Standards Committe, 1996, <http://www.pmi.org/publicatn/pmboktoc1.htm>.
22. Hollingsworth D. The Workflow Management Coalition Specification. Workflow Management Coalition, 1990. <http://www.aiai.ed.ac.uk:80/WfMC/DOCS/refmodel/rmv1-16.html>.
23. Forsberg K. The Quality Management Principles. 1995. <http://www.wineasy.se/qmp/>
24. Laudon K.C., Laudon J.P. Essentials of Management Information Systems. Organization & Technology in the Networked Enterprise.
25. Campbell I. The Intranet Slashing the Cost of Business. International Data Corporation, 1996. http://home.netscape.com/comprod/announce/images/roi96_idc.html
26. Andreessen M. and the Netscape Product Team. The Networked Enterprise Netscape Enterprise Vision And Product Roadmap, 1996,

http://home.netscape.com/comprod/at_work/white_paper/vision/print.html.

27. Reengineering Work: Don't Automate, Obliterate by Michael Hammer // Harvard Business Review. July-August 1990.

28. Telleen S.L. Intranet Organization: Strategies for Managing Change. 1996. <http://www.ip.com/IntranetOrg>.

29. Strassmann P. The Value of Computers, Information, and Knowledge. 1996. <http://www.strassmann.com/pubs/cik-value.html>.

30. Wallace T.F. MRP II: Making It Happen. The Implementers Guide to Success with Manufacturing Resource Planning. 1990 by APICS, <http://www.apics.org/catalog2/cat3bes.htm#15>.

31. Nasser T. Knowledge Leverage: The Ultimate Advantage. 1996. <http://www.brint.com/papers/submit/nasser.htm>

ЧАСТЬ 2. Модели управления корпоративными программами

Вторая часть настоящей работы посвящена разработке и исследованию теоретико-игровых и оптимизационных моделей механизмов управления корпоративными программами.

Проблемы корпоративного управления в последние годы привлекают внимание все большего числа исследователей. Обусловлено это не только российскими, но и общемировыми тенденциями развития экономики. Наряду с общими вопросами корпоративного управления [4, 33-36, 51], на сегодняшний день существует достаточно развитый инструментарий финансового управления в корпорациях [3, 4, 13], управления корпоративными структурами [19, 40, 59], согласования корпоративных интересов [3, 11, 60] и др.

В настоящей работе основной акцент делается на управлении изменениями в корпорациях. Традиционно управление изменениями относится к такому разделу современной теории управления, как управление проектами (УП). При этом можно выделить три общих раздела УП: календарно-сетевое планирование и управление (КСПУ) [9, 12, 17, 20], методы управления проектами (носящие обобщающий, интуитивный и качественный характер) [21, 32, 56, 57, 61-65] и механизмы (процедуры принятия решений) управления проектами [2, 5, 14, 15, 18, 29, 58], рассматривающие математические модели систем управления проектами и учитывающие целенаправленность (активность) поведения их участников.

В УП под проектом понимается «ограниченное во времени целенаправленное изменение отдельной системы с установленными требованиями к качеству результатов, возможными рамками расхода средств и ресурсов и специфической организацией» [15, 21], причем в зависимости от масштаба (в порядке его возрастания) выделяют:

- работы (операции);
- пакеты работ (комплексы операций);
- проекты;
- мультипроекты (мультипроект – «проект, состоящий из нескольких технологически независимых проектов, объединенных общими ресурсами (финансовыми и материальными)» [14, с. 5]);

-программы (программа – «комплекс операций (мероприятий), увязанных технологически, ресурсно и организационно и обеспечивающих достижение поставленной цели» [52, с. 8]).

Следовательно, корпоративная программа – это реализуемый в корпорации комплекс взаимосвязанных проектов, и для разработки эффективных механизмов управления корпоративными программами необходимо адекватно отразить специфику взаимосвязи между проектами и переплетение интересов как корпоративных центров, заинтересованных (или не заинтересованных) в реализации тех или иных проектов, так и руководителей проектов, и исполнителей работ по проектам.

Существующие на сегодняшний день результаты исследования корпоративного управления проектами [29, 57, 58] не учитывают или учитывают не в полной мере перечисленные выше признаки. С другой стороны, имеющиеся модели и методы управления программами (как научными [16, 30, 37], так и отраслевыми [28, 30, 52], региональными [1, 13, 23, 31] и др.) и, в первую очередь, методы программно-целевого планирования и управления [4, 28, 30, 37, 52-54], не отражают специфики корпораций.

Таким образом, целью настоящей работы является разработка и исследование эффективных механизмов управления корпоративными программами. Для того чтобы выявить специфику этого класса объектов управления и детализировать задачи исследования, рассмотрим корпоративную структуру, приведенную на рисунке 12.

На нижнем уровне четырехуровневой структуры находятся корпоративные проекты, исполнители работ по которым (активные элементы (АЭ)) подчинены управляющей компании (УК). Управляющая компания, в свою очередь, непосредственно или косвенно подчинена подразделениям корпорации – центрам – и корпоративному центру (метацентру). С точки зрения управляющей компании совокупность корпоративных проектов является мультипроектом, однако, в силу заинтересованности подразделений корпорации (обладающих, в общем случае, несовпадающими интересами) в результатах реализации корпоративных проектов, совокупность

последних является именно корпоративной программой (см. определения выше).

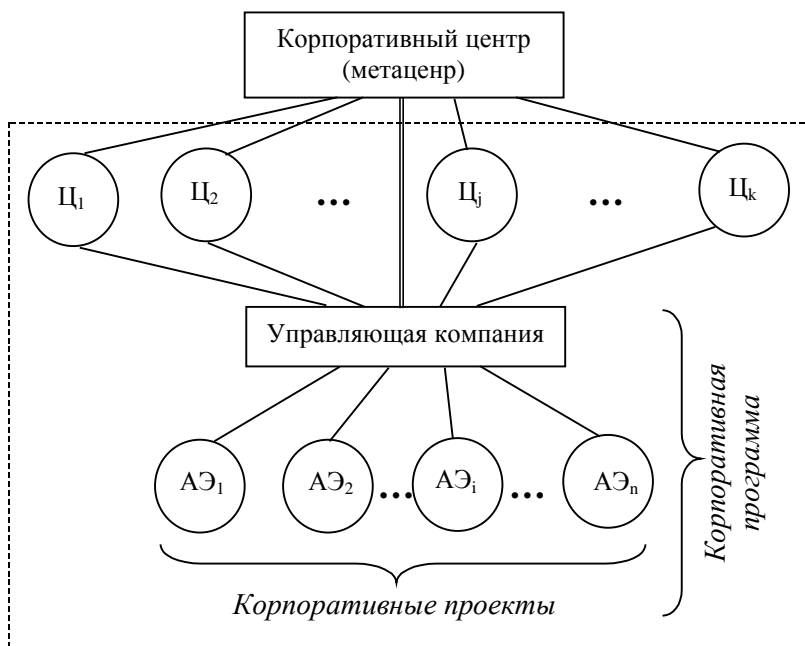


Рис. 12. Корпоративная структура и корпоративная программа

Выделим в рассматриваемой системе подсистемы и обсудим степень их изученности в теории управления.

Взаимодействие «УК–АЭ», $i \in I = \{1, 2, \dots, n\}$ – множеству АЭ, соответствует базовой модели теории управления [16, 26, 41, 43] и относительно полно исследована как в теории активных систем [10, 16], так и в управлении проектами (см. ссылки выше).

Двухуровневая система «УК – активные элементы» (линейная структура) также достаточно хорошо изучена [41, 45], в том числе, в рамках моделей и механизмов управления проектами и мультипроектами [14, 15, 58]. То же касается и двухуровневой линейной структуры «метацентр – центры».

Система «центры – управляющая компания» является системой с распределенным контролем [25, 27, 43, 46] (матричной

структурой), в которой присутствует межуровневое взаимодействие (см. двойную линию на рисунке 12) [38, 40, 46]. Трехуровневые структуры типа «центр – УК – АЭ» рассматривались в [38, 40, 46].

Если бы УК отсутствовала, то система «центры – активные элементы» представляла бы собой многоэлементную систему с распределенным контролем (матричной структурой), результаты исследования моделей которой приведены в [23, 31, 46].

Таким образом, четырехуровневая структура «метацентр – центры – управляющая компания – активные элементы» не может быть декомпозирована на набор независимых достаточно полно исследованных блоков. Следовательно, необходимо исследование ее специфики и разработка адекватных механизмов управления.

Для этого выделим в приведенной на рисунке 12 структуре два элемента – метацентр и подструктуру «центры – управляющая компания – активные элементы», которую условно можно считать "матрично-линейной" (в верхней своей части она напоминает матричную, в нижней – линейную структуру). Назовем ее Х-структурой (в силу внешнего вида ее графического изображения) и выделим ее на рисунке 12 пунктирной линией. Такого рода структуры характерны не только для систем управления корпоративными программами, но и для взаимодействия "заказчики – генподрядчик – субподрядчики" и др.

Итак, с теоретической точки зрения управление корпоративными программами заключается в управлении системами с Х-структурой. Поэтому в качестве задач настоящего исследования можно выделить задачи анализа и синтеза таких механизмов управления корпоративными программами как:

- механизмы согласования интересов корпоративного центра, подразделений корпорации, управляющих компаний и исполнителей работ по проектам, включая механизмы выбора УК;
- механизмы планирования (выбора управляющей компании и вариантов реализации проектов, включаемых в корпоративную программу);
- механизмы оперативного управления процессом реализации корпоративных программ и проектов;

- механизмы оптимизации структуры управляющей компании.

Соответственно сформулированным задачам, изложение материала настоящей работы имеет следующую структуру. В первом разделе приводится модель системы управления корпоративными программами, а также ставится и решается задача согласования интересов подразделений корпорации, управляющей компании и исполнителей, и задача выбора управляющей компании. Во втором разделе решаются оптимизационные задачи планирования – выбора вариантов реализации корпоративных проектов. Третий раздел содержит описание механизмов оперативного управления процессом реализации корпоративных проектов и программ. Заключительный – четвертый – раздел посвящен моделям и методам оптимизации структуры управляющей компании. Заключение содержит краткое обсуждение основных результатов и перспектив дальнейших исследований.

2.1. Модель системы управления корпоративными программами

В настоящем разделе рассматривается общая теоретико-игровая модель системы управления корпоративными программами.

Для этого в подразделе 1.1 анализируется случай реализации корпоративной программы под руководством корпоративного центра. Участниками системы являются подразделения корпорации и активные элементы – исполнители работ по корпоративным проектам, то есть система является системой с распределенным контролем [46] (отличие от известных моделей заключается в наличии агрегирования информации), и для согласования интересов центров может требоваться координация их деятельности со стороны корпоративного центра (метацентра).

В подразделе 1.2 анализируется случай реализации корпоративной программы под руководством управляющей компании. Участниками системы являются подразделения корпорации, управляющая компания и активные элементы – исполнители работ

по корпоративным проектам, то есть система является системой с X-структурой.

Сравнение эффективностей управления в системе с распределенным контролем и в системе с X-структурой позволяет оценить целесообразность привлечения управляющей компании для реализации корпоративной программы, а также сформулировать и решить задачу выбора управляющей компании, что и делается в подразделе 1.3.

2.1.1. РЕАЛИЗАЦИЯ КОРПОРАТИВНОЙ ПРОГРАММЫ ПОД РУКОВОДСТВОМ КОРПОРАТИВНОГО ЦЕНТРА

Пусть корпоративная программа состоит из n проектов, каждый из которых реализуется соответствующим активным элементом (АЭ). Множество проектов обозначим $I = \{1, 2, \dots, n\}$.

Стратегией i -го АЭ является выбор действия $y_i \in A_i$ – отрезку положительной полуоси, включающему ноль, $i \in I$ (все результаты настоящего раздела могут быть обобщены на случай, когда множества допустимых действий АЭ являются компактами в конечномерных евклидовых пространствах, по аналогии с тем, как это делается в [23]).

Выбор действия y_i требует от i -го АЭ затрат $c_i(y_i)$, относительно свойств которых предположим, что $c_i(x)$ – неотрицательная неубывающая функция, равная нулю в нуле (все результаты настоящего раздела могут быть обобщены на случай, когда затраты каждого АЭ зависят от вектора $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ $\hat{I} A' = \prod_{j \in I} A_j$

действий всех АЭ, по аналогии с тем, как это делается в [45]).

Предположим, что j -ый центр (подразделение корпорации) оценивает эффективность реализации корпоративной программы в соответствии с показателем (агрегированным результатом деятельности АЭ) $z_j = Q_j(y)$, где $Q_j: A' \rightarrow \mathbb{R}^{m_j}$, $m_j \in \mathbb{N}$ – функция агрегирования, $j \in K = \{1, 2, \dots, k\}$ – множеству центров.

Обозначим $H_j(z_j)$ – доход j -го центра от реализации корпоративной программы, $j \in \hat{I} K$, $z = (z_1, z_2, \dots, z_n) \in \hat{A}^m$ – вектор результатов деятельности, $m = \sum_{j \in K} m_j$.

Предположим, что каждый из центров осуществляет финансирование доли затрат на корпоративную программу. Зависимость между размерами затрат центров и результатами деятельности АЭ назовем функцией стимулирования и обозначим $s_{ij}(z_j)$, $i \in \hat{I} I$, $j \in \hat{I} K$. Таким образом, суммарное стимулирование $u_i(z)$, получаемое i -ым АЭ, равно $u_i(z) = \sum_{j \in K} s_{ij}(z_j)$, $i \in \hat{I} I$, а целевые функции центров и

АЭ имеют вид:

$$(1) F_j(z_j, \{s_{ij}(z_j)\}_{i \in \hat{I} I}) = H_j(z_j) - \sum_{i \in \hat{I} I} s_{ij}(z_j), j \in \hat{I} K.$$

$$(2) f_i(y, \{s_{ij}(z_j)\}_{j \in \hat{I} K}) = \sum_{j \in K} s_{ij}(z_j) - c_i(y_i), i \in \hat{I} I.$$

Относительно информированности участников АС и порядка их функционирования предположим, что сначала центры одновременно и независимо выбирают функции стимулирования и сообщают их АЭ. Затем АЭ одновременно и независимо выбирают свои действия, которые не наблюдаются центрами – последним становятся достоверно известны только агрегированные результаты деятельности.

В рамках принятых предположений относительно информированности и порядка функционирования в качестве концепции равновесия выберем равновесие Нэша. Тогда исходом игры центров будет равновесный по Нэшу вектор функций стимулирования $\{s_{ij}\}_{i \in \hat{I} I, j \in \hat{I} K}$, а исходом игры АЭ будет равновесный по Нэшу (при заданной системе стимулирования) вектор действий.

Обозначим $E_N(s)$ – множество равновесий Нэша игры АЭ:

$$(3) E_N(s) = \{y^* \in \hat{A}^n \mid \forall i \in \hat{I} I, \forall y_i \in \hat{A}_i \\ \sum_{j \in K} s_{ij}(Q_j(y^*)) - c_i(y_i^*) \geq \sum_{j \in K} s_{ij}(Q_j(y_{-i}^*, y_i)) - c_i(y_i)\},$$

где $y_i = (y_1, y_2, \dots, y_{i-1}, y_{i+1}, \dots, y_n) \in \hat{A}_i$ – обстановка игры

для i -го АЭ, $i \in \hat{I} I$.

Обозначим E_N – равновесие Нэша игры центров:

$$(4) E_N = \{s(x) / " j \hat{I} K, " h_j(x) = \{h_{ij}(x)\}_{i \hat{I} I} \min_{y \in E_N(s)} [H_j(Q_j(y)) - \sum_{i \in I} s_{ij}(Q_j(y))] \}^3$$

$$\overset{3}{\min}_{y \in E_N(s_{-j}, h_j)} [H_j(Q_j(y)) - \sum_{i \in I} h_{ij}(Q_j(y))].$$

В общем случае задача управления заключается в нахождении множества эффективных по Парето равновесий игры центров.

Определение (4) равновесия Нэша игры центров достаточно громоздко, так как стратегией каждого центра является выбор вектор-функции стимулирования. В то же время, известно [25, 27, 46], что при поиске эффективных по Парето равновесий Нэша игры центров без потери общности рассмотрения и эффективности управления достаточно ограничиться (что мы и будем делать в ходе дальнейшего изложения материала настоящего раздела) функциями стимулирования следующего вида:

$$(5) s_{ij}(x_j, z_j) = \begin{cases} I_{ij}, & z_j = x_j \\ 0, & z_j \neq x_j \end{cases}, i \hat{I} I, j \hat{I} K.$$

Обозначим S – множество агрегированных результатов деятельности, которые могут быть реализованы:

$$(6) S = \{z \hat{I} \hat{A}^m / S y \hat{I} A' : " j \hat{I} K z_j = Q_j(y)\},$$

то есть множество таких векторов z агрегированных результатов, для которых найдется допустимый вектор действий $A \hat{E} y \hat{I} A'$, реализующий одновременно все компоненты вектора z .

Определим множество

$$(7) Y_j(z_j) = \{y \hat{I} A' / Q_j(y) = z_j\}$$

таких векторов действий $A \hat{E}$, которые приводят к заданному агрегированному результату деятельности z_j , а также множество таких векторов действий $A \hat{E}$, которые приводят к заданному вектору z агрегированных результатов деятельности:

$$(8) Y(z) = \prod_{j \in K} Y_j(z_j).$$

Очевидно, множество (6) может быть определено как объединение таких векторов агрегированных результатов деятельности, для которых соответствующее множество (8) не пусто. Кроме того, с увеличением числа центров множество (8) не расширяется – дополнительная информация, получаемая от «новых» центров

относительно результатов деятельности АЭ, может позволить более точно судить о предпринятых ими действиях.

Введем множества векторов действий АЭ, которые приводят к заданному агрегированному результату деятельности z_j , соответственно, с минимальными и максимальными суммарными затратами АЭ:

$$(9) Y_j^{\min}(z_j) = \text{Arg} \min_{y \in Y_j(z_j)} \sum_{i \in I} c_i(y_i), j \hat{I} K,$$

$$(10) Y_j^{\max}(z_j) = \text{Arg} \max_{y \in Y_j(z_j)} \sum_{i \in I} c_i(y_i), j \hat{I} K.$$

Введем множества векторов действий АЭ, которые приводят к заданному вектору z агрегированных результатов деятельности, соответственно, с минимальными и максимальными суммарными затратами АЭ:

$$(11) Y^{\min}(z) = \text{Arg} \min_{y \in Y(z)} \sum_{i \in I} c_i(y_i),$$

$$(12) Y^{\max}(z) = \text{Arg} \max_{y \in Y(z)} \sum_{i \in I} c_i(y_i).$$

Обозначим произвольные элементы множеств (9)-(12), соответственно, $y_j^{\min}(z_j) \in Y_j^{\min}(z_j)$, $y_j^{\max}(z_j) \in Y_j^{\max}(z_j)$, $y^{\min}(z) \in Y^{\min}(z)$, $y^{\max}(z) \in Y^{\max}(z)$.

Различие множеств (9) и (10) (а также (11) и (12)) обусловлено тем, что при ненаблюдаемых действиях АЭ центры не всегда могут однозначно определить по наблюдаемым агрегированным результатам истинные суммарные затраты АЭ. Действительно, неопределенность относительно затрат имеет вид:

$$(13) D(z) = \max_{y \in Y(z)} \sum_{i \in I} c_i(y_i) - \min_{y \in Y(z)} \sum_{i \in I} c_i(y_i).$$

Вычислим значение полезности каждого центра при условии, что он самостоятельно несет затраты на все корпоративные проекты. В соответствии с принципом компенсации затрат [43] имеем:

$$(14) W_j^{\max} = \max_{z_j \in \mathfrak{R}^{m_j}} [H_j(z_j) - \sum_{i \in I} c_i(y_{ji}^{\min}(z_j))], j \hat{I} K,$$

$$(15) W_j^{\min} = \max_{z_j \in \mathfrak{R}^{m_j}} [H_j(z_j) - \sum_{i \in I} c_i(y_{ji}^{\max}(z_j))], j \hat{I} K.$$

Далее на протяжении настоящего подраздела будем считать, что истинные (фактические) затраты неизвестны центрам и они вынуждены ориентироваться на (10) и (12), а не (9) и (11).

Из [23, 25, 46] известно, что в АС с распределенным контролем (а именно этому классу АС принадлежит рассматриваемая система управления корпоративными программами в отсутствие управляющей компании) возможны два режима взаимодействия центров: режим сотрудничества и режим конкуренции. В режиме сотрудничества центры приходят к соглашению относительно вектора агрегированных результатов деятельности АЭ, который следует реализовать, и совместно компенсируют затраты агентов. В режиме конкуренции центры не могут прийти к согласию, каждый из них стремится к тому, чтобы был достигнут наиболее выгодный именно для него агрегированный результат деятельности и соответствующим образом стимулирует АЭ.

Режим сотрудничества характеризуется Парето-эффективностью (в смысле значений целевых функций центров) и выгоден для центров. Режим конкуренции характеризуется аукционным решением, причем победителем является центр, имеющий максимальное значение W_1^{\min} (упорядочим центры в порядке убывания W_j^{\min}), а суммарная полезность АЭ превышает резервную на значение W_2^{\min} (так называемое second-price равновесие). Режим конкуренции может характеризоваться неэффективностью по Парето (в смысле значений целевых функций центров) и быть невыгоден для центров. Поэтому в дальнейшем будем искать условия существования и реализации режима сотрудничества подразделений корпорации.

Исследуем сначала свойства различных систем стимулирования с точки зрения реализуемых ими равновесий игры АЭ.

Утверждение 1. Система стимулирования

$$(16) \ s_{ij}(x, z) = \begin{cases} I_{ij}, & z = x \\ 0, & z \neq x \end{cases}, \quad i \in \hat{I}, j \in \hat{K}$$

где $\sum_{j \in K} I_{ij} = c_i(y_i^{\min}(x))$, $i \in \hat{I}$, реализует $y^{\min}(x)$ как равновесие

Нэша игры АЭ. Кроме того, суммарные затраты центров на стиму-

лирование по достижению вектора x агрегированных результатов деятельности не могут быть уменьшены.

Доказательство. Если $y^{\min}(x) \in A'$ – равновесие Нэша игры АЭ, то $y^{\min}(x) \in E_N(\{S_{ij}(x, z)\}_{i \in I, j \in K})$. Предположим противное и запишем отрицание принадлежности $y^{\min}(x)$ множеству (3) равновесий Нэша. Если $y^{\min}(x) \notin E_N(\{S_{ij}(x, z)\}_{i \in I, j \in K})$, то $\exists i \in I, \exists y'_i \in A_i$:

$$(17) \sum_{j \in K} S_{ij}(x, Q_{-j}(y^{\min}(x)), Q_j(y^{\min}(x))) - c_i(y_i^{\min}(x)) < \\ < \sum_{j \in K} S_{ij}(x, Q_{-j}(y_{-i}^{\min}(x), y'_i), Q_j(y_{-i}^{\min}(x), y'_i)) - c_i(y'_i).$$

Подставим в (17) систему стимулирования (16). Возможны два варианта.

Первый вариант: вектор $(y_{-i}^{\min}(x), y'_i)$ таков, что:

$$Q_j(y^{\min}(x)) = Q_j(y_{-i}^{\min}(x), y'_i), j \in K.$$

Тогда так как

$$\sum_{j \in K} S_{ij}(x, Q_{-j}(y^{\min}(x)), Q_j(y^{\min}(x))) = \\ = \sum_{j \in K} S_{ij}(x, Q_{-j}(y_{-i}^{\min}(x), y'_i), Q_j(y_{-i}^{\min}(x), y'_i)),$$

то из (17) и (16) следует, что $c_i(y_i^{\min}(x)) > c_i(y'_i)$, что противоречит определению (11).

Второй вариант: вектор $(y_{-i}^{\min}(x), y'_i)$ таков, что:

$$\exists j \in K: Q_j(y^{\min}(x)) \neq Q_j(y_{-i}^{\min}(x), y'_i).$$

Тогда из (17) и (16) следует, что стимулирование всех агентов равно нулю и (17) примет вид: $0 < 0 - c_i(y'_i)$, что противоречит предположению о неотрицательности затрат АЭ.

Таким образом, мы доказали, что $y^{\min}(x) \in E_N(\{S_{ij}(x, z)\}_{i \in I, j \in K})$. Докажем теперь, что суммарные затраты центров на стимулирование по реализации вектора x не могут быть уменьшены. Пусть это не так – предположим, что существует вектор стимулирований, реализующий тот же вектор агрегированных результатов деятельности АЭ, такой, что его i -ая

компонента строго меньше, чем $c_i(y_i^{\min}(x))$. Тогда получаем, что $y^{\min}(x)$ – не равновесие Нэша, так как в соответствии с (17) i -ый АЭ может выбрать $y'_i = 0$. Утверждение 1 доказано.

Утверждение 1 характеризует системы стимулирования, оптимальные в условиях различения центрами затрат АЭ по достижению одних и тех же агрегированных результатов деятельности. Если же центры не различают затрат АЭ по достижению одних и тех же агрегированных результатов деятельности, то их минимальные компенсации АЭ характеризуются следующим утверждением.

Утверждение 2. Если центры не различают затрат АЭ по достижению одних и тех же агрегированных результатов деятельности, то минимальные суммарные затраты центров по достижению агрегированного результата деятельности $x \in \hat{I} S$ равны

$$\max_{y \in Y(x)} \sum_{i \in I} c_i(y_i).$$

Справедливость утверждения 2 следует из определений (9)-(12), сепарабельности затрат АЭ и свойств равновесия Нэша игры АЭ.

Отличие утверждений 1 и 2 заключается в том, что во втором центры берут гарантированный результат (должны гарантированно компенсировать АЭ затраты во всем множестве комбинаций их действий, приводящих к заданному наблюдаемому вектору агрегированных результатов их деятельности). В первом утверждении центры обеспечивают компенсацию минимально необходимых затрат по достижению заданного наблюдаемого вектора агрегированных результатов деятельности АЭ. В частном случае, если $Y^{\min}(z) = Y^{\max}(z)$, то утверждения 1 и 2 совпадают.

Содержательно различие затрат центров на стимулирование отражает тот распространенный на практике факт, что один и тот же результат проекта может быть достигнут различными способами (использованием различной технологии деятельности). Если руководитель проекта не контролирует детали деятельности исполнителей, то он должен быть готов к тому, что последние смогут обосновать целесообразность затрат $\max_{y \in Y(x)} \sum_{i \in I} c_i(y_i)$.

Если он контролирует технологию деятельности (например, наблюдая индивидуальные действия АЭ), то он может уверенно компенсировать затраты в размере $\min_{y \in Y(x)} \sum_{i \in I} c_i(y_i)$. Другими словами, величина D , определяемая выражением (13), может интерпретироваться как оценка максимальной платы за информацию о действиях АЭ.

Аналогичный вывод можно сделать, если функции затрат АЭ зависят от неизвестных параметров – типов АЭ. Тогда, в силу принципа гарантированной компенсации затрат [44, 45], центры вынуждены переплачивать по сравнению с минимально необходимыми вознаграждениями, соответствующими случаю полной информированности.

Имея систему стимулирования (16), реализующую с минимальными суммарными затратами центров действие $y^{\min}(z)$, вернемся к изучению условий устойчивости и выгодности для центров режима сотрудничества.

Обозначим $I_j = \sum_{i \in I} I_{ij}$, $j \in \hat{I} K$, и запишем условие выгодности для j -го центра режима сотрудничества по сравнению с режимом конкуренции:

$$(18) H_j(z_j) - I_j \geq W_j^{\min}, j \in \hat{I} K.$$

Добавим условие гарантированной компенсации затрат:

$$(19) \sum_{j \in K} I_j = \sum_{i \in I} \max_{y \in Y^{\max}(z)} c_i(y_i) = R_{\max}(z).$$

Множество

$$(20) L = \{(z \in \hat{I} S, \{I_j \geq 0\}_{j \in \hat{I} K}) \mid H_j(z_j) - I_j \geq W_j^{\min}, j \in \hat{I} K;$$

$$\sum_{j \in K} I_j = \max_{y \in Y(z)} \sum_{i \in I} c_i(y_i)\}$$

назовем областью компромисса (см. также области компромисса в [23, 27, 43, 46]). Режим сотрудничества по определению имеет место тогда и только тогда, когда область компромисса не пуста. Если $L = \emptyset$, то имеет место режим конкуренции. В последнем случае перевод системы из режима конкуренции в режим сотрудничества может быть осуществлен корпоративным центром за счет

соответствующих управлений по аналогии с тем, как это делается в [23, 27, 46].

Исследуем условия непустоты области компромисса. Складывая неравенства (18) и подставляя (19), получим, что для непустоты области компромисса достаточно, чтобы существовал вектор $x \in \hat{I} S$, такой, что

$$(21) \sum_{j \in K} H_j(x_j) - \max_{y \in Y(x)} \sum_{i \in I} c_i(y_i) \geq \sum_{j \in K} W_j^{\min}.$$

Обозначая максимальную «прибыль», которую может получить корпорация при совместной деятельности (сотрудничестве) подразделений

$$(22) W_0^{\min} = \max_{x \in S} \left[\sum_{j \in K} H_j(x_j) - \sum_{i \in I} \max_{y \in Y^{\max}(x)} c_i(y_i) \right],$$

получим, что для непустоты области компромисса достаточно, чтобы имело место следующее неравенство:

$$(23) W_0^{\min} \geq \sum_{j \in K} W_j^{\min}.$$

Легко проверить, что (23) является также необходимым условием существования $(z \in \hat{I} S, \{I_j \geq 0\}_{j \in K})$, удовлетворяющих условиям (18) и (19).

Таким образом, мы доказали справедливость следующего утверждения.

Утверждение 3. Для того, чтобы в случае реализации корпоративной программы под руководством корпоративного центра имел место режим сотрудничества подразделений корпорации, необходимо и достаточно, чтобы выполнялось условие (23).

Содержательно, (22) определяет суммарную «прибыль» подразделений корпорации в случае их сотрудничества. Если имеет место синергетический эффект, то есть эта прибыль больше суммы «прибылей» подразделений при независимой деятельности, то сотрудничество выгодно. Кроме того, разность $W_0^{\min} - \sum_{j \in K} W_j^{\min}$

(если она положительна) характеризует эффект взаимодействия. Если же эта разность отрицательна, то она характеризует минимальный объем ресурсов, необходимых для перевода системы из режима конкуренции подразделений корпорации в режим сотрудничества.

2.1.2. РЕАЛИЗАЦИЯ КОРПОРАТИВНОЙ ПРОГРАММЫ ПОД РУКОВОДСТВОМ УПРАВЛЯЮЩЕЙ КОМПАНИИ

В предыдущем подразделе рассмотрена система с распределенным контролем, в которой реализация корпоративной программы осуществлялась под руководством корпоративного центра без привлечения управляющей компании. Условия сотрудничества подразделений корпорации определялись утверждением 3. При этом предполагалось, что и подразделения корпорации, и корпоративный центр не наблюдают действий АЭ и не различают варианты деятельности (в том числе – суммарные затраты), приводящие к одному и тому же вектору агрегированных результатов деятельности.

Рассмотрим теперь случай, когда реализация корпоративной программы осуществляется под руководством управляющей компании (УК). Для того, чтобы отличать данный случай от предыдущего, предположим, что УК (как и центры) не наблюдает действий АЭ, но различает варианты деятельности (в том числе – суммарные затраты), приводящие к одному и тому же вектору агрегированных результатов деятельности. Поэтому с точки зрения УК достижение АЭ агрегированного результата деятельности $z \in S$ требует от них затрат $\min_{y \in Y(z)} \sum_{i \in I} c_i(y_i)$ при выборе любого действия $y^{\min}(z)$ из множества (11).

Предположим, что УК несет собственные затраты $C(y): A' \in \hat{A}^I$ и заявляет корпорации некоторую зависимость $R(z): \hat{A}^m \in \hat{A}^I$ стоимости корпоративной программы в целом (включая затраты исполнителей – АЭ – и самой УК) от реализуемого вектора $z \in S$ агрегированных результатов деятельности АЭ.

Рассмотрим ограничения на эту зависимость с точки зрения различных участников ОС.

С точки зрения управляющей компании минимальная (фактическая и известная ей) стоимость реализации вектора $z \in S$.

$$(24) R_{\min}(z) = \min_{y \in Y(z)} \left[\sum_{i \in I} c_i(y_i) + C(y) \right].$$

Если УК заявила корпорации затраты $R(z)$, то корпоративный центр выберет следующий вариант корпоративной программы,

максимизирующий разность между суммарными доходами подразделений корпорации и компенсируемыми затратами УК:

$$(25) z^*(R(\ast)) = \arg \max_{z \in S} [\sum_{j \in K} H_j(z_j) - R(z)].$$

Следовательно, привлечение УК выгодно для корпорации (по сравнению с самостоятельным управлением корпоративной программой), если

$$(26) \sum_{j \in K} H_j(z_j^*(R(\cdot))) - R(z^*(R(\ast))) \geq W_0^{\min}.$$

Из (26) можно получить оценку максимальной стоимости $R(\ast)$, которую может заявить УК:

$$(27) R(z^*(R(\ast))) \leq \sum_{j \in K} H_j(z_j^*(R(\cdot))) - W_0^{\min}.$$

Для УК реализация корпоративной программы будет выгодна, если заявляемая (и компенсируемая корпоративным центром) стоимость превышает фактическую, то есть с точки зрения УК должно выполняться:

$$(28) R(z^*(R(\ast))) \geq R_{\min}(z^*(R(\ast))).$$

Таким образом, мы доказали следующее утверждение (см. выражения (27) и (28)).

Утверждение 4. Привлечение управляющей компании выгодно и для корпорации, и для самой управляющей компании, если стоимость реализации корпоративной программы $R(\ast)$ управляющей компанией удовлетворяет

$$(29) \min_{y \in Y(z^*(R(\cdot)))} [\sum_{i \in I} c_i(y_i) + C(y)] \leq R(z^*(R(\ast))) \leq \sum_{j \in K} H_j(z_j^*(R(\cdot))) - \max_{x \in S} [\sum_{j \in K} H_j(x_j) - \max_{y \in Y(x)} \sum_{i \in I} c_i(y_i)],$$

где $z^*(R(\ast))$ определяется выражением (25).

Содержательно выражение (29) означает, что ненулевая прибыль управляющей компании обусловлена различием между минимальными и максимальными суммарными затратами АЭ по выбору действий, приводящих к одному и тому же агрегированному результату деятельности. Можно условно считать, что это различие моделирует затраты на управление (обработку информации и т.д.) со стороны корпорации. Часть управляющей нагрузки

перекладывается на управляющую компанию и оптимальное распределение управленческих полномочий определяется соотношением затрат на управление в корпорации и в УК. Если бы затраты на управление в корпорации отсутствовали, то, естественно, привлечение УК было бы нецелесообразно.

Взаимодействие между УК и подразделениями корпорации (конкретные значения равновесных платежей со стороны подразделений корпорации УК) в рамках утверждения 4 могут быть определены посредством рассмотрения системы с распределенным контролем, состоящей из подразделений корпорации (центров) и одного агента – управляющей компании. Обозначая $I_j \geq 0$ – платеж j -го центра, $j \in K$, получаем, что, если центрам известны истинные затраты УК $C(y)$, то область компромисса будет иметь вид:

$$(30) L' = \{(z \in S, \{I_j \geq 0\}_{j \in K}) \mid H_j(z_j) - I_j \leq W_j^{\min}, j \in K; \sum_{j \in K} I_j = R_{\min}(z)\}.$$

В выражении (30) условие $\sum_{j \in K} I_j = R_{\min}(z)$ отвечает за компенсацию фактических затрат УК, а условия $H_j(z_j) - I_j \leq W_j^{\min}, j \in K$ – за то, что при привлечении УК каждый из центров получает выигрыш, не меньший, чем гарантированный выигрыш при реализации корпоративной программы под руководством корпоративного центра – см. выражение (20). Если истинные затраты УК неизвестны центрам, то выражение (30) для области компромисса следует модифицировать с учетом ограничений (25)-(29).

В заключение настоящего подраздела рассмотрим взаимодействие между УК и подразделениями корпорации, а именно – определим, какое предложение $R(z)$ следует делать УК заданному набору центров (с известными целевыми функциями и функциями агрегирования) для того, чтобы максимизировать собственную прибыль.

Сложность данной задачи заключается в том, что максимум, вычисляемый в выражении (25) и используемый в ограничениях (29), зависит от функции $R(x)$. Поэтому без ограничения общности (этот факт доказывается по аналогии с тем, как это делается в [43, 46]) предположим, что стратегия УК имеет вид:

$$(31) R(z) = \begin{cases} D, & z = z^* \\ +\infty, & z \neq z^* \end{cases},$$

то есть УК сразу предлагает корпорации единственный вариант $z^* \hat{I} S$ реализации корпоративной программы по фиксированной стоимости D . Такая модель вполне соответствует распространенной на практике схеме взаимоотношений заказчика и исполнителя (генподрядчика).

С учетом выражения (31) задача свелась к определению двух оптимальных для УК и допустимых для корпорации величин: варианта реализации корпоративной программы $z^* \hat{I} S$ и его стоимости $D \geq 0$.

Так как УК заинтересована в максимизации своей целевой функции $f_{УК}(D, z^*)$, равной компенсируемой стоимости программы за вычетом фактических затрат:

$$(32) f_{УК}(D, z^*) = D - \min_{y \in Y(z^*)} [\sum_{i \in I} c_i(y_i) + C(y)],$$

то из выражения (27) получаем, что

$$(33) D(z^*) = \sum_{j \in K} H_j(z_j^*) - W_0^{\min}.$$

Таким образом, целевая функция УК равна

$$(34) f_{УК}(D(z^*), z^*) = \sum_{j \in K} H_j(z_j^*) - W_0^{\min} - \min_{y \in Y(z^*)} [\sum_{i \in I} c_i(y_i) + C(y)].$$

Следовательно, УК будет предлагать корпорации вариант корпоративной программы $x^* \hat{I} S$, который максимизирует ее целевую функцию (ограничение выгодности такого предложения для корпорации уже учтены – см. выражение (33)):

$$(35) x^* = \arg \max_{z^* \in S} [\sum_{j \in K} H_j(z_j^*) - \min_{y \in Y(z^*)} [\sum_{i \in I} c_i(y_i) + C(y)]].$$

Таким образом, мы обосновали справедливость следующего утверждения, определяющего оптимальное (с ее точки зрения) предложение управляющей компании, которое последняя делает корпорации относительно вариантов и стоимости реализации корпоративной программы.

Утверждение 5. Оптимальное предложение управляющей компании имеет вид (31), (33), (35).

Отметим, что, если выражение (29) отражает ограничения взаимовыгодности привлечения управляющей компании, то оптимальный вариант реализации корпоративной программы, вычисляемый в соответствии с выражением (35) соответствует максимизации суммы целевых функций всех подразделений корпорации и управляющей компании. Этот важный качественный вывод свидетельствует о том, что в исследуемых в настоящей работе Х-структурах оптимальный режим взаимодействия управляющих органов и управляемых субъектов позволяет добиться согласования интересов всех участников активной системы и нацелен на максимизацию суммарной «прибыли» системы в целом (см. аналогичные свойства веерных структур в [38, 41, 43, 45], ромбовидных структур – в [23, 25, 27, 46] и сетевых структур – в [40]).

Максимум суммарной «прибыли» участников активной системы может достигаться при различных значениях индивидуальных полезностей. В частности, выражения (31)-(35) и утверждение 5 соответствуют такому порядку функционирования (иерархической игре [22, 26]), при котором первый ход – предложение относительно варианта и стоимости – делает управляющая компания. При этом, в силу выражения (33), выигрыш корпорации равен тому выигрышу, который она могла бы получить, реализуя корпоративную программу самостоятельно – без привлечения УК. Другой крайний случай соответствует тому, что первый ход делает корпорация, предлагая УК некоторый вариант реализации корпоративной программы и некоторую компенсацию стоимости ее услуг. При этом, как и в задаче стимулирования [39, 43, 44], значение целевой функции УК в равновесии равно нулю, а всю «прибыль» от взаимодействия забирает себе агент, делающий первый ход – корпорация. Возможны и промежуточные случаи, когда суммарная «прибыль» $f_{VK}(D(x^*), x^*) + W_0^{\min}$ от взаимодействия (см. выражения (34) и (35)) делится между корпорацией и УК в соответствии с некоторым механизмом компромисса. Остановившись подробно на рассмотрении механизмов компромисса мы не будем, так как в Х-структурах могут быть использованы результаты анализа и синтеза этого класса механизмов, полученные в других типах организационных структур [23, 31, 38, 46, 55].

Таким образом, в настоящем подразделе рассмотрены механизмы согласования интересов в Х-структурах при управлении реализацией корпоративной программой УК, и получены условия выгоды привлечения УК. При этом считалось, что имеется единственная УК – претендент на управление реализацией корпоративной программы. На практике, зачастую, имеются несколько вариантов реализации корпоративных проектов под руководством различных управляющих компаний. Задачи планирования (выбора вариантов реализации корпоративных проектов) рассматриваются ниже во втором разделе. В следующем (заключительном) подразделе настоящего раздела формулируется и рассматривается задача выбора управляющей компании.

2.1.3. ЗАДАЧА ВЫБОРА УПРАВЛЯЮЩЕЙ КОМПАНИИ

Предположим, что условия реализации корпоративных проектов (функции затрат АЭ) фиксированы и известны корпорации и УК – претендентам. Пусть всего имеются m претендентов на роль УК, которые различаются между собой функциями затрат¹ $C_i(y)$, $I \in L = \{1, 2, \dots, m\}$ – множеству претендентов. Допустим, что привлечение любого из претендентов в качестве УК выгодно для корпорации по сравнению с самостоятельным управлением реализацией корпоративной программы (то есть, все претенденты удовлетворяют условиям утверждения 4). Тогда задача заключается в выборе УК из заданного набора претендентов.

Результаты предыдущего подраздела позволяют сравнивать между собой различные процедуры принятия решений относительно выбора УК. Определим для каждой из управляющих компаний величины минимальных затрат по достижению агрегированного результата $z \in S$ (см. выражение (24)):

¹ На практике распространены ситуации, когда генподрядчик (в нашем случае – УК) получает в качестве вознаграждения определенный процент от стоимости работ, выполняемых субподрядчиками (так называемый агентский процент), причем это вознаграждение может выплачиваться как заказчиком, так и субподрядчиками.

$$(36) R_{\min}^l(z) = \min_{y \in Y(z)} [\sum_{i \in I} c_i(y_i) + C(y)], l \hat{I} L,$$

и стратегии типа (31):

$$(37) R_l(z) = \begin{cases} D_l, & z = z_l^* \\ +\infty, & z \neq z_l^* \end{cases}, l \hat{I} L.$$

Целевая функция l -ой УК имеет вид

$$(38) f_{YKI}(D_l, z_l^*) = D_l(z_l^*) - \min_{y \in Y(z_l^*)} [\sum_{i \in I} c_i(y_i) + C(y)], l \hat{I} L.$$

Из выражения (27) получаем, что (см. также выражение (33)) оптимальное предложение стоимости реализации корпоративной программы, которое обеспечивает максимум целевой функции l -ой УК и выгодно для корпорации (по сравнению с самостоятельным управлением корпоративными проектами) не зависит от характеристик УК-претендента и определяется следующим образом:

$$(39) D_l(z^*) = \sum_{j \in K} H_j(z_j^*) - W_0^{\min}, l \hat{I} L.$$

Тогда оптимальный для l -ой УК «план» должен максимизировать разность (38) между вознаграждением $D_l(z_l^*)$, получаемым от корпорации, и минимальными фактическими затратами $R_{\min}^l(z)$ (см. также выражение (35)):

$$(40) x_l^* = \arg \max_{z^* \in S} [\sum_{j \in K} H_j(z_j^*) - \min_{y \in Y(z^*)} [\sum_{i \in I} c_i(y_i) + C(y)]], l \hat{I} L.$$

Вычислим максимальную прибыль, которую может получить l -ая УК, подставляя (39) и (40) в (38):

$$(41) f_l^* = \sum_{j \in K} H_j(x_{lj}^*) - W_0^{\min} - \min_{y \in Y(x_l^*)} [\sum_{i \in I} c_i(y_i) + C(y)], l \hat{I} L.$$

Выражение (41) определяет максимальные прибыли претендентов при условии, что именно они назначены УК в отсутствие других претендентов. Прибыль корпорации при этом равна W_0^{\min} . Рассмотрим случай, когда УК назначается по результатам конкурса (тендера), проводимого среди претендентов. Упорядочим претендентов в порядке убывания f_l^* , $l \hat{I} L$. Равновесные предложения претендентов и результаты тендера определяются следующим утверждением.

Утверждение 6. Победителем тендера является претендент, характеризуемый максимальной величиной f_l^* , $l \hat{I} L$. При этом его «прибыль» будет равна $f_1^* - f_2^* - e$, а «прибыль» корпорации – $W_0^{\min} + f_2^* + e$, где e – сколь угодно малая строго положительная величина.

Доказательство утверждения 6. Рассмотрим игру претендентов, в которой они одновременно и независимо сообщают центру свои варианты реализации корпоративных проектов и соответствующие стоимости, а затем центр выбирает в качестве УК претендента, пообещавшего корпорации максимальную «прибыль». Тогда имеет место аукционное решение (равновесие Бертрана [10, 66, 67]), в соответствии с которым победителем станет первый (в упорядочении в порядке убывания f_l^* , $l \hat{I} L$), причем сообщит он такую заявку, чтобы обеспечиваемая при этом корпорации прибыль на сколь угодно малую величину превышала максимальную прибыль, которую мог бы обеспечить любой другой претендент (последняя равна $W_0^{\min} + f_2^*$). Утверждение 6 доказано.

Отметим, что в рамках иерархических игр задача распределения равновесных выигрышей является «игрой с нулевой суммой». Так, при взаимодействии одного центра и одного АЭ в задаче стимулирования [43], между ними распределяется полезность, равная максимуму разности между доходом центра и затратами АЭ. В рассматриваемых в настоящей работе X-структурах максимизируется разность между доходами корпорации и затратами на реализацию корпоративных проектов (см. выражения (35) и (41)). В случае, когда имеется единственный АЭ, делая первый ход, он забирает всю «прибыль» себе. Если претендентов на участие в системе несколько, то наиболее эффективный претендент (первый в упорядочении f_l^* , $l \hat{I} L$, в порядке убывания) вынужден предложить корпоративному центру прибыль, превышающую (на сколь угодно малую величину e) максимальное из предложений других участников тендера, которое равно f_2^* . При этом сумма целевых функции корпорации $W_0^{\min} + f_2^* + e$ и победителя $f_1^* - f_2^* - e$,

по-прежнему, равна $f_1^* + W_0^{\min}$ (см. подраздел 1.2). Поэтому в силу утверждения б корпорации выгодно участие в тендере сильных претендентов, причем претендентов примерно равной силы.

Итак, в настоящем разделе рассмотрены теоретико-игровые модели X-структур, сформулированы условия согласования интересов их участников, определены критерии выгодности привлечения управляющей компании для руководства реализацией корпоративной программы, сформулирована и решена задача выбора управляющей компании. Последняя задача решалась в предположении, что набор корпоративных проектов фиксирован, а претенденты на роль УК различались затратами на управление. Такая ситуация встречается на практике, однако распространены и случаи, когда различные УК предлагают свои варианты реализации корпоративных проектов. Следовательно, возникает задача планирования – выбора вариантов реализации (подрядчиков) корпоративных проектов, которая формулируется и решается в следующем разделе.

2.2. Механизмы планирования (выбора подрядчиков по корпоративным проектам)

В настоящем разделе формулируется и решается задача выбора вариантов реализации (подрядчиков, исполнителей работ и т.д.) корпоративных проектов. Для этого рассматриваются характеристики проектов, и задача формулируется в общем виде (подразделы 2.1 и 2.2), описываются ограничения (подразделы 2.3 и 2.4), предлагается метод решения, заключающийся в декомпозиции задачи на два уровня (подраздел 2.5) и приводятся алгоритмы решения задач верхнего (подраздел 2.6) и нижнего (подраздел 2.7) уровней.

2.1. Постановка задачи. Рассмотрим корпоративную программу, состоящую из m проектов с номерами $i = 1, \dots, M$. Для каждого проекта проводится тендер с участием нескольких подрядчиков – a_i (претендентов на роль исполнителей работ по проектам), каждый из которых предлагает свой вариант реализации данного проекта.

Вариант характеризуется следующими параметрами:

- последовательность затрат $c_t \geq 0, t = 0, \dots, T$;

- последовательность возвратов (доходов) $r_t \geq 0, t = 0, \dots, T$,

где T – срок реализации проекта. Содержательно, в проект инвестируются денежные средства в соответствии с графиком затрат c_t , отдача от инвестиций происходит в соответствии с графиком возвратов r_t .

Заказчик (корпоративный центр и УК) рассматривают задачу оптимального инвестирования заемных средств, предоставляемых в соответствии с кредитным потоком $g_t, t = 0, \dots, T$. При $g_t > 0$ в момент t сумма g_t предоставляется на счет заказчика кредитором (банком), а при $g_t < 0$ сумма g_t должна быть возвращена кредитору. Предположим, что последовательность g_t имеет ровно одну перемену знака с плюса на минус (с некоторого момента времени заказчик начинает погашать свои обязательства перед кредитором).

Задача оптимизации (формирования корпоративной программы) заключается в выборе набора проектов и определении исполнителей (подрядчиков) для реализуемых проектов. Кроме того, при выборе реализуемых проектов необходимо обеспечить неотрицательность баланса счета заказчика и погашение займа кредитору.

Пусть i_1 – процентная ставка по банковским кредитам (кредитная ставка). Тогда долг заказчика на момент t составляет

$$G_t = \sum_{k=0}^t g_k \cdot (1 + i_1)^{t-k}.$$

Условие $G_T = 0$ означает выполнение обязательств заказчика перед кредитором на момент окончания всех проектов. Таким образом, последний платеж заказчика кредитору составляет

$$g_T = - \sum_{k=0}^{T-1} g_k \cdot (1 + i_1)^{T-k}.$$

Для удобства учета финансовых потоков определим следующие понятия:

«счет заказчика»:

- на данный счет поступают суммы займа g_t ,

- с него происходит выделение необходимых денежных средств для реализации проектов (затраты по соответствующим вариантам проектов),

- на него возвращаются суммы со счетов реализуемых проектов в счет погашения долга (возвраты по соответствующим вариантам проектов).

«счет проекта»:

- на данный счет поступают кредитные средства со счета заказчика на покрытие затрат по проекту;

- на данный счет поступают возвраты по соответствующему проекту и перечисляются средства на счет заказчика для погашения долга.

Пусть i – средняя процентная ставка по депозитным вкладам (рыночная ставка доходности). Тогда $v = \frac{1}{1+i}$ – коэффициент дисконтирования. Обозначим PVG – приведенная величина кредитного потока: $PVG = \sum_{k=0}^T g_k v^k$.

Определим PVG_+ – приведенную величину кредита (приведенная величина денежных средств, которые заказчик инвестирует в проекты): $PVG_+ = \sum_{k: g_k > 0} g_k v^k$.

2.2. Характеристики проекта. Обозначим PVR – приведенная величина возвратов по проекту: $PVR = \sum_{k=0}^T r_k v^k$, где r_k – последовательность возвратов. Обозначим PVC – приведенная величина затрат по проекту: $PVC = \sum_{k=0}^T c_k v^k$.

Тогда PV – приведенная стоимость инвестиционного проекта:

$$PV = \sum_{k=0}^T r_k v^k - \sum_{k=0}^T c_k v^k .$$

Если $PV > 0$, то инвестировать денежные средства в проект выгоднее, чем наращивать их в банке.

Обозначим PVB_t – приведенный баланс проекта на момент времени t : $PVB_t = \sum_{k=0}^t r_k v^k - \sum_{k=0}^t c_k v^k$.

Определим минимальную величину денежных средств, необходимых для реализации проекта: $x_{\min} = -\min_{0 \leq t \leq T} PVB_t$ (если на счете проекта в момент $t = 0$ имеется сумма x_{\min} , то баланс проекта с учетом этой суммы будет неотрицательным).

Обозначим $N(i)$ – количество вариантов реализации (количество потенциальных подрядчиков) для проекта i . По каждому варианту можно вычислить минимальную величину средств, необходимых для его реализации.

Для каждого варианта реализации j по проекту i определены вектора r'_{ij} и c'_{ij} , $t = 0, \dots, T$, компонентами которых являются величины возвратов и затрат, предложенные соответствующим подрядчиком.

Для каждого проекта i определен вектор x_{ij} ($j = 1, \dots, N(i)$), компонентами которого являются значения минимальных величин средств, необходимых для реализации варианта j по проекту i .

Будем считать, что $x_{ij} < x_{ij+1}$ (варианты проекта i пронумерованы в порядке возрастания минимальных величин средств, необходимых для их реализации)

Для каждого проекта i определен вектор PV_{ij} ($j = 1, \dots, N(i)$), компонентами которого являются значения приведенной стоимости проекта i в случае выбора варианта реализации j .

2.3. Ограничения на объем инвестиций. Введем следующие обозначения:

- x_i – величина инвестиций в проект i .
- X_i – множество, включающее нуль и значения величин минимальных средств, отвечающих всем вариантам проекта i , $X_i = \{0, x_{ij}, j = 1, \dots, N(i)\}$;
- $K = PVG_+$ – приведенная величина кредита (приведенная величина денежных средств, которые заказчик инвестирует в проекты).

Обозначим $f_i(x)$ – кусочно-постоянную функцию приведенной стоимости проекта i в зависимости от величины вложенных в него

$$\text{средств } f_i(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x \leq x_{i1} \\ PV_{ij}, & x_{ij} < x < x_{ij+1}, j = 1, \dots, N(i) - 1. \text{ Точки разрыва} \\ PV_{iN(i)}, & x \geq x_{iN(i)} \end{cases}$$

функции $f_i(x)$ соответствуют различным вариантам проекта.

Предположим, что при выборе варианта реализации проекта i заказчик (инвестор) производит предварительный отбор вариантов, предложенных соответствующими участниками тендера: если на интервале (x_{ij-1}, x_{ij+1}) приведенная стоимость проекта i уменьшается, то вариант с номером j_l должен быть отброшен (реализация варианта j_l по проекту i не имеет смысла, так как можно выбрать вариант $j_l - 1$, прибыль от которого будет выше).

В этом случае необходимо переопределить характеристики задачи x_{ij} , PV_{ij} , $N(i)$, при которых $f_i(x)$ будет неубывающей функцией. Тогда задача оптимизации формулируется следующим образом:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^m f_i(x_i) \rightarrow \max \\ \sum_{i=1}^m x_i \leq K \\ 0 \leq x_i \leq \max_{0 \leq j \leq N(i)} x_{ij} \end{cases},$$

где $\sum_{i=1}^m x_i \leq K$ – ограничение на финансовые ресурсы,

$0 \leq x_i \leq \max_{0 \leq j \leq N(i)} x_{ij}$ – ограничение на объем инвестиций в проект i .

Отметим, что всегда существует оптимальное решение задачи $x_i^* \in X_i$, $i = 1, \dots, N(i)$. Если при этом $x_i^* = 0$, то проект i не реализуется.

2.4. Ограничение на баланс счета заказчика. Оптимальное решение задачи x_i^* определяет выбор соответствующего варианта реализации по проекту i .

Обозначим $J = \{j_1^*, \dots, j_m^*\}$ – множество, состоящее из номеров вариантов, реализуемых по проекту i ($i = 1, \dots, m$), при этом j_i^*

$=0$, в случае, если проект i не реализуется. Для обеспечения неотрицательности баланса счета заказчика, решение x_i^* должно удовлетворять следующему условию:

$$\forall t = 0, \dots, T \quad \sum_{k=0}^t g_k v^k + \sum_{i=1}^m \sum_{k=0}^t (r_{ij_i^*}^t - c_{ij_i^*}^t) v^k \geq 0,$$

где $\sum_{k=0}^t g_k v^k$ – приведенная величина кредитного потока на момент

времени t , $\sum_{i=1}^m \sum_{k=0}^t (r_{ij_i^*}^t - c_{ij_i^*}^t) v^k$ – суммарный баланс по всем проектам на момент времени t .

2.5. Декомпозиция задачи. С учетом всех ограничений оптимизационная задача распределения инвестиций формулируется следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^m f_i(x_i) \rightarrow \max \\ \sum_{i=1}^m x_i \leq K \\ 0 \leq x_i \leq \max_{0 \leq j \leq N(i)} x_{ij}, i = \overline{1, m} \\ \sum_{k=0}^t g_k v^k + \sum_{i=1}^m \sum_{k=0}^t (r_{ij_i^*}^t - c_{ij_i^*}^t) v^k \geq 0, t = \overline{0, T} \end{array} \right.$$

Для решения этой задачи используется метод декомпозиции оптимизационной задачи на два уровня:

- на верхнем уровне вычисляется текущее решение задачи при ограничении на объем инвестиций;

- на нижнем уровне осуществляется проверка неотрицательности баланса счета заказчика для текущего решения задачи верхнего уровня.

2.6. Алгоритм решения задачи верхнего уровня. Задача верхнего уровня решается следующим образом [8]:

Определим при $i = 1, \dots, m$ на отрезке $0 \leq x \leq \max_{0 \leq j \leq N(i)} x_{ij}$ минимальную вогнутую функцию $\tilde{f}_i(x)$, для которой $\tilde{f}_i(x) \geq f_i(x)$ при

$\forall x: 0 \leq x \leq \max_{0 \leq j \leq N(i)} x_{ij}$, и рассмотрим задачу максимизации функции $\sum_{i=1}^m \tilde{f}_i(x_i)$ при ограничениях $\sum_{i=1}^m x_i \leq K$, $0 \leq x_i \leq \max_{0 \leq j \leq N(i)} x_{ij}$, $i = 1, \dots, m$.

Заметим, что функции $\tilde{f}_i(x)$ вогнуты и кусочно-линейны. Выбираем проект с номером i_l , для которого функция $\tilde{f}_{i_l}(x)$ имеет наибольший наклон первого звена ломаной графика.

Вкладываем в проект i_l величину средств $a_1 = \min[x_{i_l}, K]$, где x_{i_l} – первая точка излома функции $\tilde{f}_{i_l}(x)$.

Если $a_1 < K$, то оптимальное распределение средств найдено.

Если $a_1 > K$, то рассмотрим новую задачу с $K = K - a_1$, где $\tilde{f}_{i_l}(x) = \tilde{f}_{i_l}(a_1 + x)$, а остальные функции остаются прежними. Выбор проекта и величины вложения в него осуществляются аналогично и т.д.

Алгоритм завершает свою работу либо после исчерпания капитала K , либо после того, как вложение по каждому проекту i достигнет максимальной величины $\max_{0 \leq j \leq N(i)} x_{ij}$.

Если найденное решение $x_i^0, i = 1, \dots, m$ удовлетворяет условию $\tilde{f}_i(x_i^0) = f_i(x_i^0), i = 1, \dots, m$, то решение $x_i^0, i = 1, \dots, m$ будет являться текущим решением исходной задачи, для которого рассчитывается значение целевой функции.

Для данного решения необходимо проверить условие неотрицательности баланса счета заказчика – решить задачу нижнего уровня (алгоритм решения задачи нижнего уровня приведен ниже в подразделе 2.7).

Предположим, что при некотором i_l выполнено строгое неравенство $\tilde{f}_{i_l}(x_{i_l}^0) > f_{i_l}(x_{i_l}^0)$, и $x_{i_l}^0$ принадлежит минимальному отрезку $[x_{i_l}^1, x_{i_l}^2]$, где $x_{i_l}^1, x_{i_l}^2 \in X_{i_l}$. Тогда исходная задача разбивается на две подзадачи с измененными ограничениями по проекту i_l :

$0 \leq x_{i_1} \leq x_{i_1}^1$ в первой подзадаче и $x_{i_1}^2 \leq x_{i_1} \leq \max_{0 \leq j \leq N(i_1)} x_{i_1 j}$ во второй.

Каждая из подзадач решается указанным выше способом и так далее. Если текущее решение подзадачи удовлетворяет условию $\tilde{f}_i(x_i^0) = f_i(x_i^0), i = 1, \dots, m$, то оценка снизу для максимума целевой функции возрастает.

Для реализации данного алгоритма введем следующие обозначения.

Пусть заданы матрицы $R = \{r_{ij}^t\} \in R^{m \times \max(N(i)) \times n+1}$ и $C = \{c_{ij}^t\} \in R^{m \times \max(N(i)) \times n+1}$, где m – количество инвестиционных проектов, $N(i)$ – количество вариантов реализации для каждого проекта, T – срок реализации каждого варианта.

Элементы r_{ij}^t матрицы R определяют величины возвратов для варианта j по проекту i в момент времени $t = 0, \dots, T$.

Элементы c_{ij}^t матрицы C определяют величины затрат для варианта j по проекту i в момент времени $t = 0, \dots, T$.

Матрицы $R = \{r_{ij}^t\} \in R^{m \times \max(N(i)) \times n+1}$ и $C = \{c_{ij}^t\} \in R^{m \times \max(N(i)) \times n+1}$ определяют элементы матриц $X = \{x_{ij}\} \in R^{m \times \max(N(i))}$ и $F = \{f_{ij}\} \in R^{m \times \max(N(i))}$, где x_{ij} – минимальная величина средств, необходимых для реализации варианта j по проекту i , f_{ij} – значение приведенной стоимости проекта i в случае выбора варианта j .

Матрицы X и F определяют значения кусочно-постоянной

$$\text{функции } f_i(x): f_i(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x < x_{i1} \\ f_{ij}, & x_{ij} \leq x < x_{ij+1}, j = 1, \dots, N(i) - 1 \\ f_{iN(i)}, & x \geq x_{iN(i)} \end{cases}$$

Определим характеристики минимальной вогнутой функции $\tilde{f}_i(x)$, для которой $\tilde{f}_i(x) \geq f_i(x)$ при $\forall x: 0 \leq x \leq \max_{0 \leq j \leq N(i)} x_{ij}$.

Обозначим $S = \{s_{ij}\}$ – матрица, элементы которой определяют точки излома функции $\tilde{f}_i(x)$. Элементы матрицы $S = \{s_{ij}\}$ вычисляются следующим образом.

Обозначим $T = \{t_{ij}\} \in R^{m \times \max(N(i))}$, где $t_{ij} = \frac{f'_{ij}}{x_{ij}}$, $i = 1, \dots, m$; $j = 1, \dots, N(i)$ – тангенсы угла наклона прямой,

проходящей через начало координат и точку с координатами (x_{ij}, f'_{ij}) – точку разрыва функции $f_i(x)$.

Обозначим j_i^1 – позиция максимального элемента строки i матрицы T . Зафиксируем первый столбец матрицы S : $s_{i1} = j_i^1$, $i = 1, \dots, m$. Переместим начало координат в точку $(x_{ij_i^1}, f'_{ij_i^1})$ и осуществим перерасчет элементов матрицы T :

$$t'_{ij-j_i^1} = \frac{f'_{ij} - f'_{ij_i^1}}{x_{ij} - x_{ij_i^1}}, i = 1, \dots, m.; j = j_i^1 + 1, \dots, N(i).$$

Обозначим j_i^2 – позиция максимального элемента строки i матрицы T . Зафиксируем второй столбец матрицы S : $s_{i2} = j_i^2$, $i = 1, \dots, m$, и т.д. Результатом вычислений является матрица $S = \{s_{ij}\}$.

Обозначим $N'(i)$ – число итераций для строки i матрицы $S = \{s_{ij}\}$ – число элементов в строке i матрицы S . Обозначим $X' = \{x'_{ij}\} \in R^{m \times \max(N'(i))}$ и $F' = \{f'_{ij}\} \in R^{m \times \max(N'(i))}$, где $x'_{ij} = x_{is_{ij}}$, $f'_{ij} = f'_{is_{ij}}$, $i = 1, \dots, m$ и $j = 1, \dots, N'(i)$.

Таким образом, матрицы $X' = \{x'_{ij}\} \in R^{m \times \max(N'(i))}$ и $F' = \{f'_{ij}\} \in R^{m \times \max(N'(i))}$ определяют функции $\tilde{f}_i(x)$:

$$\tilde{f}_i(x) = \begin{cases} \frac{f'_{ij+1} - f'_{ij}}{x'_{ij+1} - x'_{ij}} \cdot x + f'_{ij}, & x'_{ij} \leq x \leq x'_{ij+1}, j = 1, \dots, N'(i) - 1 \\ f'_{i1} \cdot x, & 0 \leq x \leq x'_{i1} \\ f'_{iN'(i)}, & x \geq x'_{iN'(i)} \end{cases}.$$

Определим матрицу $T' = \{t'_{ij}\} \in R^{m \times \max(N'(i))}$, характеризующую углы наклона звеньев графика функции $\tilde{f}_i(x)$:

$$t'_{ij} = \begin{cases} \frac{f'_{ij+1} - f'_{ij}}{x'_{ij+1} - x'_{ij}}, & i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, N'(i) - 1 \\ 0, & i = 1, \dots, m; j = N'(i), \dots, \max(N'(i)) - 1; N'(i) < \max(N'(i)) - 1 \end{cases}.$$

Матрица $T' = \{t'_{ij}\} \in R^{m \times \max(N'(i))}$ определяет тангенсы углов наклона для графиков функций $\tilde{f}_i(x)$. При этом в строке i элемент j матрицы T' определяет тангенс угла наклона для звена j графика функции $\tilde{f}_i(x)$.

Определим векторы $X^0 = \{x_i^0\}$ и $F^0 = \{f_i^0\}$, $i = 1, \dots, m$, где x_i^0 определяет общую величину инвестиций в проект i после каждой итерации алгоритма решения задачи верхнего уровня, f_i^0 — определяет отдачу от проекта i при инвестициях в размере x_i^0 .

Начальные условия: $x_i^0 = 0$, $f_i^0 = 0$, $i = 1, \dots, m$.

На первой итерации алгоритма определяем позицию максимального элемента в первом столбце матрицы $T' = \{t'_{ij}\}$. Обозначим i_l — номер строки, в которой находится максимальный элемент, i_l — номер проекта, для которого функция $\tilde{f}_i(x)$ имеет наиболь-

ший наклон первого звена ломаной графика, x'_{i_1} – первая точка излома функции $\tilde{f}_i(x)$.

Обозначим $C = \{c_i\}, i = 1, \dots, m$ – вектор, элементом которого является номер рассматриваемого варианта для проекта i (номер варианта определяется в терминах матрицы X' – не совпадает с номерами вариантов для матрицы X : для перехода к номерам вариантов в исходных терминах задачи необходимо использовать матрицу $S = \{s_{ij}\}$).

На каждой итерации алгоритма индексируется номер варианта для соответствующего проекта i_l . На первой итерации $c_{i_l} = 1, c_i = 0, i \neq i_l$. Вкладываем в проект i_l величину средств $a_1 = \min[x'_{i_l}, K]$, $x_{i_l}^0 = x_{i_l}^0 + a_1$ – инвестиции в проект i_l увеличены на a_1 .

Если $a_1 < K$, то $f_{i_l}^0 = f'_{i_l}$ – фиксируем увеличение отдачи от инвестиций и производим новую итерацию алгоритма с измененными начальными условиями: $K = K - a_1$ (уменьшаем размер свободного капитала), $t'_{i_l j} = t'_{i_l j+1}, j = 1, \dots, N'(i_l) - 1$, $x'_{i_l j} = x'_{i_l j+1} - a_1, j = 1, \dots, N'(i_l) - 1$, $f'_{i_l j} = f'_{i_l j+1}, j = 1, \dots, N'(i_l) - 1$, (сдвигаем график функции $\tilde{f}_i(x)$: $\tilde{f}_{i_l}(x) = \tilde{f}_{i_l}(a_1 + x)$), $N'(i_l) = N'(i_l) - 1$ (уменьшаем количество рассматриваемых вариантов по проекту i_l).

Если $a_1 = K$, то определено текущее распределение средств $X^0 = \{x_i^0\}$; отдача от инвестиций $F^0 = \{f_i^0\}$; вектор $C = \{c_i\}, i = 1, \dots, m$.

Необходимо проверить, удовлетворяет ли распределение следующему условию: $\tilde{f}_i(x_i^0) = f_i(x_i^0)$ при всех $i = 1, \dots, m$.

Из определения функций $f_i(x)$ и $\tilde{f}_i(x)$ следует, что равенство выполняется тогда и только тогда, когда элементы вектора

$X^0 = \{x_i^0\}$ совпадают с точками разрыва функции $f_i(x)$ – элементами строк матрицы $X' = \{x'_{ij}\} \in R^{m \times \max(N'(i))}$. Таким образом, $\tilde{f}_i(x_i^0) = f_i(x_i^0) \Leftrightarrow x_i^0 = x'_{ic_i} \quad \forall i = 1, \dots, m$.

Проверим выполнение данного условия:

1) Если $x_i^0 = x'_{ic_i} \quad \forall i = 1, \dots, m$, то найдено текущее решение задачи нижнего уровня:

$X^0 = \{x_i^0\}, i = 1, \dots, m$ – распределение инвестиций;

$F^0 = \{f_i^0\}, i = 1, \dots, m$ – отдача от инвестиций;

$S = \sum_{i=1}^m f_i^0$ – суммарная отдача от инвестиций – целевая функция задачи;

цели задачи;

$J = \{j_1^*, \dots, j_m^*\}$ – номера вариантов, реализуемых по проекту i , где $j_i^* = s_{ic_i}$.

Для найденного решения необходимо осуществить проверку неотрицательности баланса счета заказчика – проверку существования решения задачи нижнего уровня.

2) Если $x_i^0 \neq x'_{ic_i}$ при $i = i_2$, то распределение $X^0 = \{x_i^0\}$ не является текущим решением задачи нижнего уровня.

Определим минимальный отрезок $[x^1, x^2]$, которому принадлежит точка $x_{i_2}^0$, где x^1, x^2 – точки разрыва функции $f_{i_2}(x)$.

Точки разрыва функции $f_{i_2}(x)$ определяются матрицей $X = \{x_{ij}\} \in R^{m \times \max(N'(i))}$, следовательно x^1, x^2 совпадают с соответствующими элементами строки i_2 матрицы X .

Пусть $x^1 = x_{i_2 j_1}, x^2 = x_{i_2 j_{j+1}}$, где $x_{i_2 j_1}, x_{i_2 j_{j+1}}$ – элементы матрицы X . Тогда исходная задача разбивается на две подзадачи с измененными начальными условиями – происходит ветвление:

Левая ветвь: $N(i_2) = j_1$ (уменьшаем количество рассматриваемых вариантов по проекту i_2). Значения элементов матриц

$X = \{x_{ij}\}$ и $F = \{f_{ij}\}$ остаются прежними для $i = 1, \dots, m$, $j = 1, \dots, N(i)$ (с учетом изменения количества вариантов по проекту i_2).

Правая ветвь: $x_{i_2j} = x_{i_2j+j_1+1}$, $j = 1, \dots, N(i) - j_1 - 1$, $f_{i_2j} = f_{i_2j+j_1+1}$, $j = 1, \dots, N(i) - j_1 - 1$, (сдвигаем графики функций $\tilde{f}_{i_2}(x)$ и $f_{i_2}(x)$), $K = K - x_{i_2j+j_1+1}$, $x_{i_2}^0 = x_{i_2j+j_1+1}$ (вкладываем в проект i_2 величину средств $x_{i_2j+j_1+1}$: считаем выбор данного проекта приоритетным в начальный момент).

Для каждой ветви производится расчет матриц $S = \{s_{ij}\}$, $X' = \{x'_{ij}\} \in R^{m \times \max(N'(i))}$ и $F' = \{f'_{ij}\} \in R^{m \times \max(N'(i))}$, определяющих соответствующие функции $\tilde{f}_i(x)$, и вычисляются вектора $X^0 = \{x_i^0\}$ и $F^0 = \{f_i^0\}$ (при этом для правой ветви элемент i_2 вектора $X^0 = \{x_i^0\}$ – ненулевой).

Расчеты данных величин производятся аналогично вышеописанному алгоритму.

В случае если для распределения подзадачи не выполняется условие $x_i^0 = x'_{ic_i}$, $\forall i = 1, \dots, m$, то происходит дальнейшее ветвление подзадачи.

Результатом ветвления является дерево, в листьях которого будут определены текущие решения (X^0, F^0, S, J^*) каждой подзадачи, для которых проверяется существование решения задачи нижнего уровня.

Построение дерева и выбор оптимального решения, на котором достигается максимум целевой функции, осуществляется рекурсивно.

2.7. Алгоритм решения задачи нижнего уровня. Текущим решением задачи верхнего уровня является набор проектов (с соответствующим выбором подрядчиков), реализация которых возможна при ограничении на общий объем инвестиций $K = PVG_+$.

Для выбранного набора проектов необходимо определить возможность их реализации при ограничениях на состояние счета заказчика.

Условие неотрицательности баланса счета заказчика формулируется следующим образом:

$$\forall t = 0, \dots, T \quad \sum_{k=0}^t g_k v^k + \sum_{i=1}^m \sum_{k=0}^t (r_{ij_i^*}^t - c_{ij_i^*}^t) v^k \geq 0,$$

где $\sum_{k=0}^t g_k v^k$ – приведенная величина кредитного потока на момент времени t , $\sum_{i=1}^m \sum_{k=0}^t (r_{ij_i^*}^t - c_{ij_i^*}^t) v^k$ – суммарный баланс по всем проектам на момент времени t .

Текущее решение задачи верхнего уровня определяет следующие параметры: $X^0 = \{x_i^0\}$, $i = 1, \dots, m$ – вектор, элементы которого определяют распределение инвестиций в проект i ; $F^0 = \{f_i^0\}$, $i = 1, \dots, m$ – вектор, элементы которого определяют отдачу от инвестиций по проекту i ; $S = \sum_{i=1}^m f_i^0$ – суммарная отдача от инвестиций – целевая функция задачи, $J^* = \{j_1^*, \dots, j_m^*\}$ – номера вариантов, реализуемых по проекту i (в случае, если по проекту i выбран вариант с номером, $j > j_i^* \in J^*$, а для остальных проектов номера вариантов принадлежат J^* , то реализация такого набора проектов невозможна при заданных ограничениях на объем инвестиций).

Если для решения (X^0, F^0, S, J^*) выполняется условие неотрицательности баланса счета заказчика, то данное решение является решением задачи нижнего уровня и происходит возврат на верхний уровень.

Заметим, что решение, характеристики которого заданы вектором $J' = \{j'_1, \dots, j'_m\}$, где $j'_i \leq j_i^*$ при $\forall i = 1, \dots, m$, также удовлетворяет ограничениям на общий объем инвестиций, так как элементы соответствующего вектора $X' = \{x'_i\}$, $i = 1, \dots, m$ не

превосходят элементы вектора $X^0 = \{x_i^0\}$, $i = 1, \dots, m$, а элементы вектора $F^1 = \{f'_i\}$ не превосходят элементы вектора $F^0 = \{f_i^0\}$.

Таким образом, текущее решение задачи верхнего уровня (X^0, F^0, S, J^*) определяет множество D допустимых решений при ограничении на общий объем инвестиций, причем решение (X^0, F^0, S, J^*) является на множестве D «наилучшим», так как сумма S является на данном множестве максимальной.

В случае, если текущее решение задачи нижнего уровня (X^0, F^0, S, J^*) не удовлетворяет ограничениям на состояние счета заказчика, необходимо решить задачу нижнего уровня, т.е. определить «наилучшее» решение $(X', F', S, J') \in D$, на котором выполняется условие неотрицательности счета заказчика – решение, для которого значение S будет максимальным на множестве допустимых решений D .

Решение $(X', F', S, J') \in D$ будет являться решением соответствующей подзадачи верхнего уровня. Выбор оптимального решения задачи, на котором достигается максимум целевой функции, будет осуществляться с учетом соответствующего значения величины S .

Задача нижнего уровня решается следующим образом. Вектор $J^* = \{j_1^*, \dots, j_m^*\}$ определяет фиксированный набор вариантов, из которых осуществляется выборка решения $(X', F', S, J') \in D$ задачи нижнего уровня.

В соответствии с начальными условиями заданы матрицы $X = \{x_{ij}\} \in R^{m \times \max(N(i))}$ и $F = \{f_{ij}\} \in R^{m \times \max(N(i))}$. Элементам строки i данных матриц соответствуют точки разрыва кусочно-постоянной функции $f_i(x)$.

Так как функции $f_i(x)$ являются неубывающими, то элементы строк матрицы $F = \{f_{ij}\} \in R^{m \times \max(N(i))}$ упорядочены по возрастанию.

Обозначим $N'(i)$, $i = 1, \dots, m$ – количество вариантов реализации, которые не были отброшены для проекта i на верхнем уровне:

$N'(i) = j_i^*$. Тогда решение задачи верхнего уровня (X^0, F^0, S, J^*) определяет выборку элементов матрицы $X = \{x_{ij}\} \in R^{m \times \max(N(i))}$ и $F = \{f_{ij}\} \in R^{m \times \max(N(i))}$ при $i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, N'(i)$, где x_{ij} – величина инвестиций в проект i в случае выбора варианта реализации с номером j ; f_{ij} – значение приведенной стоимости проекта i (отдача от инвестиций) в случае выбора варианта j .

Обозначим $J^1 = \{j_i^1\}$, где $j_i^1 = j_i^* - 1$ ($i = 1, \dots, m$): вектор, компоненты которого определяют величину инвестиций и отдачу от инвестиций в проект i в случае выбора варианта с номером $j_i^* - 1$.

Введем вспомогательный вектор $J^2 = \{j_i^2\}$, $i = 1, \dots, m$. Начальные условия: $J^2 = \{j_i^2\} = 0$. Обозначим $S^1 = \{s_i^1\}$, $i = 1, \dots, m$ – вектор, компоненты которого определяют суммарную отдачу от инвестиций в случае, если для проекта i выбирается вариант с номером j_i^1 , а по остальным проектам выбираются варианты с номерами j_k^* : $S^1 = \{s_i^1\}$, $i = 1, \dots, m$, где $s_i^1 = \sum_{1 \leq k \leq m, k \neq i} f_{kN'(k)} + f_{iN'(i)}$.

Пусть S_{\max} – максимальная суммарная отдача от инвестиций, $S_{\max} = \max_{1 \leq i \leq m} s_i^1$, при этом $i_1 = (i | s_i^1 = S_{\max})$ – номер проекта, при котором достигается максимальное значение s_i^1 . Определим: $X' = \{x'_i\}$, где $x'_i = x_i^0$ при $i = 1, \dots, m, i \neq i_1$, $x'_{i_1} = x_{i_1 N'(i_1) - 1}$, $F' = \{f'_i\}$, где $f'_i = f_i^0$ при $i = 1, \dots, m, i \neq i_1$, $f'_{i_1} = f_{i_1 N'(i_1) - 1}$, $S' = \sum_{i=1}^m f'_i$, $S' = S_{\max}$, $J' = \{j'_i\}$, где $j'_{i_1} = N'(i_1) - 1$.

Тогда решение (X', F', S', J') является «наилучшим» на множестве D за исключением решения (X^0, F^0, S, J^*) .

Проверим выполнение условия неотрицательности баланса счета заказчика для решения (X', F', S', J') : $\forall t = 0, \dots, n$

$$\sum_{k=0}^t g_k v^k + \sum_{i=1}^m \sum_{k=0}^t (r_{ij_i}^t - c_{ij_i}^t) v^k \geq 0.$$

Если условие выполнено, то решение (X', F', S', J') является решением задачи нижнего уровня. Если условие не выполняется, то задача нижнего уровня разбивается на две подзадачи с измененными начальными условиями – происходит ветвление задачи:

Левая ветвь: Считаем текущим решением задачи верхнего уровня решение (X', F', S', J') . При этом для решения (X', F', S', J') условие неотрицательности баланса счета заказчика не выполняется (условие проверено на предыдущем этапе).

Тогда элементы матрицы $F = \{f_{ij}\} \in R^{m \times \max(N(i))}$: $f_{i_1 j_{i_2+k}} = 0$ при $k=1, \dots, N'(i_1) - j'_{i_1}$. Элементы матрицы $X = \{x_{ij}\} \in R^{m \times \max(N(i))}$: $x_{i_1 j_{i_2+k}} = 0$ при $k = 1, \dots, N'(i_1) - j'_{i_1}$, $N'(i_1) = j'_{i_1}$, при $i \neq i_1$ величины $N'(i)$ остаются прежними.

Определяем вектора $J^1 = \{j_i^1\}$, $S^1 = \{s_i^1\}$: ($i=1, \dots, m$) при данных начальных условиях: $J^1 = \{j_i^1\}$, при этом $j_i^1 = j_i^2$ при $j_i^2 \neq 0$, $S^1 = \{s_i^1\}$: при $i: j_i^2 = 0$, $s_i^1 = \sum_{1 \leq k \leq m, k \neq i; j_i^2 = 0} f_{kN'(k)} + f_{iN'(i)}$ при $i: j_i^2 \neq 0$, $s_i^1 = 0$.

Определяем величины $S_{\max} = \max_{1 \leq i \leq m} s_i^1$, $i_1 = (i | s_i^1 = S_{\max})$. Если $J^1 = \{j_i^1\} = 0$ для $\forall i=1, \dots, m$ и $S_{\max} = S'$ или $\forall i=1, \dots, m$ $S^1 = \{s_i^1\} = 0$, то решение данной подзадачи не существует.

Иначе в соответствии с вышеописанным алгоритмом вычисляем решение (X'', F'', S'', J'') (наилучшее решение на множестве D , которое определяется решением (X', F', S', J')).

Проверяем выполнение условия неотрицательности баланса счета заказчика для решения (X'', F'', S'', J'') . Если условие выполнено, то решение (X'', F'', S'', J'') является текущим решением задачи нижнего уровня.

Если условие не выполнено, то необходимо осуществить дальнейшее ветвление задачи.

Правая ветвь: считаем, что для проекта с номером i_1 рассматривается только вариант с номером $j_{i_1}^*$. Изменяем вектор

$J^2 = \{j_i^2\}$: $j_{i_1}^2 = j_{i_1}^*$. Изменяем матрицы $X = \{x_{ij}\} \in R^{m \times \max(N(i))}$ и $F = \{f_{ij}\} \in R^{m \times \max(N(i))}$, определяющие величину инвестиций и отдачу от инвестиций в проект i в случае выбора варианта реализации с номером j : $f_{i_1 1} = f_{i_1 j_{i_1}^*}$, $f_{i_1 j} = 0$, $j = 2, \dots, j_{i_1}^* - 1$, $x_{i_1 1} = x_{i_1 j_{i_1}^*}$, $x_{i_1 j} = 0$, $j = 2, \dots, j_{i_1}^* - 1$.

Изменяем значения $N'(i)$: $N'(i_1) = 1$, при $i \neq i_1$ величины $N'(i)$ остаются прежними. При данных начальных условиях определяем вектора: $J^1 = \{j_i^1\}$, при этом $j_i^1 = j_i^2$ при $j_i^2 \neq 0$, $S^1 = \{s_i^1\}$: при $i: j_i^2 = 0$, $s_i^1 = \sum_{1 \leq k \leq m, k \neq i; j_i^2 = 0} f_{kN'(k)} + f_{iN'(i)}$ при $i: j_i^2 \neq 0$ $s_i^1 = 0$.

Если $\forall i = 1, \dots, m$ $S^1 = \{s_i^1\} = 0$ $\forall i = 1, \dots, m$, то решение данной подзадачи не существует. Иначе вычисляем значения величин $S_{\max} = \max_{1 \leq i \leq m} s_i^1$ и $i_1 = (i | s_i^1 = S_{\max})$.

Определяем решение (X'', F'', S'', J'') и проверяем для него условие неотрицательности баланса счета заказчика. Если условие выполнено, то решение (X'', F'', S'', J'') является текущим решением задачи нижнего уровня. Если условие не выполнено, то необходимо осуществляется дальнейшее ветвление задачи.

Результатом ветвления задачи нижнего уровня является множество D_1 решений вида (X', F', S', J') , для которых выполняется условие неотрицательности баланса счета заказчика.

Решением задачи верхнего уровня является решение $(X', F', S', J') \in D_1$, для которого соответствующее значение S' является максимальным.

Примеры расчетов по приведенным в настоящем разделе алгоритмам можно найти в [24].

Таким образом, в настоящем разделе сформулирована и решена оптимизационная задача планирования, заключающаяся в выборе вариантов реализации корпоративных проектов.

Имея результаты решения общей задачи согласования интересов (и выбора управляющей компании) в системе управления корпоративными программами (раздел 1) и задачи планирования (настоящий раздел), перейдем к постановке и решению задач оперативного управления процессом реализации корпоративных проектов и программ.

2.3. Механизмы оперативного управления процессом реализации корпоративных проектов и программ

В настоящем разделе анализируется динамика реализации корпоративных проектов и программ. В том числе, с точки зрения управляющей компании и активных элементов анализируются взаимные платежи и риски, вызванные возможностью невыполнения сторонами взятых на себя обязательств, а также ошибками прогнозирования и планирования.

Шкалы оплаты. При расчетах центра (УК) с АЭ – исполнителями работ по проекту, входящему в корпоративную программу, размер оплаты, получаемой АЭ, зависит от процента выполнения работ. В качестве «процента выполнения», в частности, могут выступать показатели освоенного объема [29].

Предположим, что сумма договора или стоимость работы или пакета работ по проекту согласована центром и АЭ и равна C . *Шкалой оплаты* называется кумулятивная зависимость размера вознаграждения (доли от стоимости договора), выплаченного центром АЭ, от процента выполнения [18, 43].

Обозначим через b процент выполнения, через g – процент от суммы C , выплаченный АЭ. Тогда шкалой будет зависимость $g(b)$. Эта зависимость обладает следующими свойствами [18]:

- функция $g(x)$ – неубывающая и непрерывная справа;
- $g(0) = 0$;

- " $b \hat{I} [0; I] g(b) \hat{I} [0; I]$;
- $g(I) = 1$.

Если ввести зависимость $s(b)$ размера вознаграждения, получаемого АЭ (а не уже полученного за весь выполненный к рассматриваемому моменту времени объем работ) от процента выполнения, то, очевидно, что этот размер вознаграждения с точностью до мультипликативной константы (стоимости договора) совпадает со скоростью изменения уже полученных АЭ сумм, то есть, если $g(\cdot)$ – кусочно-дифференцируемая функция, то

$$(1) s(b) = C \frac{dg(b)}{db}, b \hat{I} [0; I].$$

Верно и обратное соотношение:

$$(2) g(b) = \frac{1}{C} \int_0^b s(w) dw.$$

Из выражений (1) и (2) следует, что на участках возрастания $s(\cdot)$ функция $g(\cdot)$ является «выпуклой», на участках убывания $s(\cdot)$ функция $g(\cdot)$ является «вогнутой», а в точке максимума $s(\cdot)$ функция $g(\cdot)$ имеет «перегиб». Кроме того, выполняется «условие нормировки»:

$$(3) \int_0^1 s(w) dw = C.$$

В [18, 43] перечисляются типовые решения, то есть типовые шкалы оплаты: равномерная оплата, при которой вознаграждение АЭ за каждую единицу процента выполнения одинаково; аккордная оплата, при которой вся сумма договора C выплачивается только в момент полного выполнения работ; a -процентная предоплата ($a \hat{I} [0; I]$), при которой сумма $a C$ выплачивается в момент начала работ, а сумма $(1 - a) C$ – в момент полного завершения работ, и др. – любой определенной на отрезке $[0; I]$ измеримой функции соответствует некоторая шкала.

Рассмотрим динамику реализации одного проекта. Для простоты допустим, что действием АЭ является выбор интенсивности $y \in \mathcal{O}$, которая предполагается постоянной в ходе реализации проекта и характеризует затраты исполнителя в единицу времени.

Если $V \geq 0$ – объем работ по проекту, то, очевидно, что время $T = T(y)$ завершения работ равно

$$(4) T(y) = V/y.$$

Если интенсивность постоянна, то объем $v(t, a)$ работ, измеряемый затратами исполнителя, изменяется линейно:

$$v(t, y) = y t, t \in \hat{I} [0; T].$$

Предположим, что предъявляемый АЭ результат реализации проекта является функцией $W(x)$ от относительного объема выполненных работ $v(t, y)/V$, то есть, центром наблюдается процент выполнения

$$(5) b(t, y) = W(y t / V).$$

Относительно функции $W(x)$ предположим, что она имеет S -образный вид, то есть удовлетворяет следующим требованиям:

- $W(0) = 0, W(1) = 1, W'(0) = 0;$
- $W(x)$ – строго монотонно возрастающая гладкая функция;
- $S b' \hat{I} (0; 1): " b \hat{I} [0; b'] W''(b) \geq 0,$
 $" b \hat{I} [b'; 1] W''(b) \leq 0.$

Имея шкалу $g(b)$ и зная зависимость (5) процента выполнения от времени, можно найти зависимость величины процента выполнения от интенсивности и времени:

$$(6) g(t, y) = g(b(t, y)) = g(W(y t / V)),$$

и зависимость от интенсивности и времени размера вознаграждения, получаемого АЭ (см. выражение (1)).

Сделав маленькое отступление, отметим, что в [18] рассмотрена следующая задача. Пусть заданы доход центра и затраты АЭ, зависящие, в общем случае, от времени. Стратегией центра является выбор стоимости работ $C \geq 0$ и шкалы оплаты $g(b)$ из множества функций, удовлетворяющих введенным выше требованиям. Он выбирает шкалу и сообщает ее АЭ, стратегией которого является выбор зависящей от времени интенсивности, которая, в свою очередь, в соответствии с выражениями (4)-(7) определяет продолжительность работ, динамику процента выполнения и выплат. Целью центра является максимизация дисконтированной разности между доходом и выплатами АЭ при условии, что АЭ (при известных ему стоимости работ и шкале) выбирает траекторию, максимизирующую дисконтированную разность между вознаграждением, получаемым от центра, и своими суммарными

дисконтированными затратами. Для этой задачи доказано, что, если функции дохода не зависят от времени и дисконтирование отсутствует (общий случай на сегодня не исследован), то, во-первых, при постоянной интенсивности оптимальное решение не зависит от шкалы и функции дохода центра (то есть в этом случае все шкалы эквивалентны), и, во-вторых, для любой переменной интенсивности работы АЭ найдется постоянное его действие, обеспечивающее ему ту же полезность. Последнее утверждение отчасти обосновывает рассматриваемый в настоящей работе случай постоянной интенсивности.

Синтез оптимальной шкалы при управлении проектом.

Предположим, что центр должен компенсировать АЭ все затраты, которые он несет, участвуя в реализации корпоративного проекта. Тогда выполнено: $C = V$.

Проводимый анализ пока что не учитывал аспекты риска. Под риском будем понимать возможные потери участников проекта (УК и АЭ).

Запишем взятый со знаком минус баланс АЭ:

$$(7) f(y, t) = y t - g(W(y t / V)) C,$$

представляющий собой текущую разность между его затратами и компенсацией, выплаченной центром. Величина (7) характеризует риск АЭ – размер превышения затратами компенсаций (сколько ему недоплачивает центр в силу нелинейности функции $W(\cdot)$). Очевидно, что " $y > 0$ $f(y, 0) = f(y, V/y) = 0$.

Как правило, величина (7) достигает максимальных значений на начальных этапах проекта.

Запишем взятый со знаком минус баланс УК:

$$(8) F(y, t) = [g(W(y t / V)) - W(y t / V)] C,$$

представляющий собой текущую разность между компенсацией, выплаченной активному элементу и фактической (с точки зрения УК) стоимостью работ. Величина (8) характеризует в некотором смысле риск УК – размер превышения затратами УК на стимулирование фактической стоимости работ (сколько центр переплачивает АЭ в силу нелинейности функции $W(\cdot)$). Очевидно, что

$$" y > 0 F(y, 0) = F(y, V/y) = 0.$$

Как правило, величина (8) достигает максимальных значений на завершающем этапе проекта.

Так как исполнителю в итоге компенсируются все затраты ($C = V$), то будем считать, что он принимает решения, минимизируя риск, который будем оценивать максимальным по времени реализации проекта значением (7).

Обозначим множество интенсивностей, на которых достигается минимум риска при заданной шкале

$$(9) P(g(x)) = \text{Arg} \min_{y>0} \max_{t \in [0; V/y]} f(y, t).$$

Пусть задано множество M допустимых (в рамках существующих институциональных ограничений) шкал. Тогда центр может искать шкалу, при которой время выполнения проекта будет минимально:

$$(10) \min_{y \in P(g(\cdot))} y \text{ \textcircled{R} } \max_{g(\cdot) \in M},$$

или шкалу, минимизирующую его собственный риск:

$$(11) \max_{y \in P(g(\cdot))} \max_{t \in [0; V/y]} F(y, t) \text{ \textcircled{R} } \min_{g(\cdot) \in M}.$$

Рассмотрим примеры решения задач (10) и (11) для ряда практически важных частных случаев.

Утверждение 7. Если шкала оплаты является дифференцируемой функцией, то риски АЭ и центра не зависят от интенсивности, и определяются только шкалой $g(x)$ и функцией $W(x)$. Кроме того, если линейная шкала является допустимой, то она является решением задачи (11).

Доказательство утверждения 7. Последняя часть утверждения очевидна (см. выражение (8)). Для доказательства первой части найдем множество (9). В силу введенных предположений о свойствах функции $W(x)$ и шкалы множество времен, на которых достигается максимум выражения (7) определяется условием первого порядка:

$$\frac{\partial f(y, t)}{\partial t} = y - g'(W(y t / V)) W'(y t / V) y = 0.$$

Решение последнего уравнения имеет вид: $y t / V = F(W(x), g(x))$, то есть является функционалом от функции $W(x)$ и шкалы. Подставляя в (7) и (8) получаем, что риски, соответственно, АЭ и центра, не зависят от интенсивности y . Утверждение 7 доказано.

Рассмотрим три примера.

Для линейной шкалы $f(y, t) = y t - C W(y t / V)$. Дифференцируя, получаем что максимум по времени достигается при (из двух времен, при которых производная функции $W(x)$ равна единице, выбираем минимальное) $t = t^*(y) = V W^{-1}(1) / y$.

Подставляя в целевую функцию (7) и обозначая $d = f(y, t^*(y))$:
 (12) $d = V [W^{-1}(1) - W(W^{-1}(1))]$,

получаем, что она не зависит от интенсивности.

Для степенной шкалы ($g(b) = b^a$ и $W(z) = z^b$, $a + b > 1$) $f(y, t) = y t - V (y t / V)^{a+b}$. Дифференцируя, получаем что минимум по времени достигается при $t^* = T(y) / (a + b)^{1/a+b-1}$.

Подставляя в целевую функцию:

$$f(y, t^*(y)) = V / (a + b)^{1/a+b-1} [1 - 1 / (a + b)],$$

получаем, что она не зависит от интенсивности.

Рассмотрим третий пример, иллюстрирующий свойства S -образных шкал. Пусть функция $W(x)$ линейна, объем работ $V = 1$, а $g(b) = 2 b^2 / (1 + b^4)$. Тогда максимум выражения (7) достигается при $y t^* = 0.25371 < b'$ (а минимум выражения (7) и, соответственно, максимум выражения (8) – при $y t = 0.7898$) – см. рисунок 13.

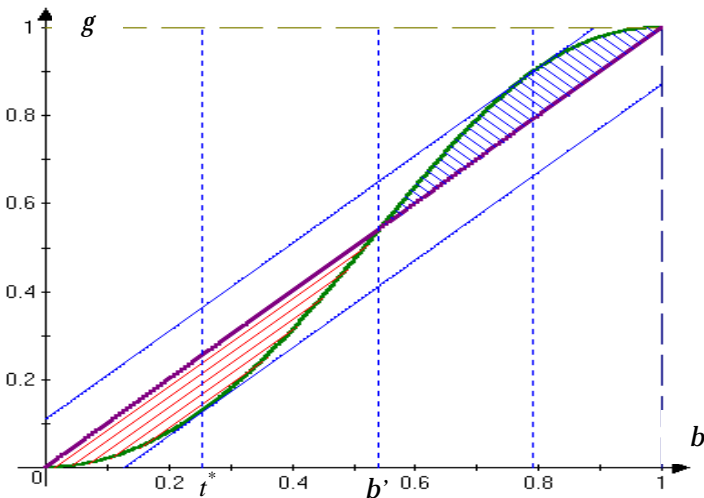


Рис. 13. S -образная шкала

Максимальный риск АЭ (7) при этом равен 0.13, а максимальный риск центра (8) – 0.108.

Вернемся к анализу рисков центра и АЭ. В соответствии с утверждением 7, при использовании линейной шкалы риск центра равен нулю, а риск АЭ определяется выражением (12).

Риск АЭ равен нулю при условии (см. выражение (7))

$$(13) g(x) = W^{-1}(x).$$

Если выполнено (13), то из (8) получаем, что риск центра равен:

$$(14) D = \max_{t \in [0; V/y]} [g(W(y t / V)) - W(y t / V)] V.$$

С учетом (13) получаем, что $D = d$. Таким образом, мы обосновали справедливость следующего утверждения.

Утверждение 8. Для любой функции $W(x)$ максимальные гарантированные риски центра и АЭ равны.

С содержательной точки зрения¹ линейная шкала, минимизирующая риск для центра, настолько же рискованна для АЭ, насколько для центра рискованна шкала (13) минимизирующая риск АЭ. Следовательно, целесообразно ограничиться рассмотрением шкал оплаты, лежащими в диапазоне между двумя этими «предельными» шкалами. Данный диапазон может интерпретироваться как область компромисса – конкретная шкала (распределение риска между центром и АЭ) может получаться в результате переговоров в зависимости от последовательности принятия решений [43], при использовании того или иного механизма принятия решений [23, 40, 43] и т.д.

Оптимальные шкалы в управлении программой. Обсудим возможные обобщения полученных выше результатов постановки и решения задачи синтеза шкалы на случай реализации корпоративной программы. Так как корпоративная программа включает несколько взаимосвязанных корпоративных проектов, то необходим учет рисков УК и активных элементов, выполняющих работы по корпоративным проектам.

¹ Отметим, что мы не учитывали финансовый аспект взаимных платежей – с этой точки зрения центр заинтересован в оплате работ по факту, а АЭ – в полной предоплате.

Риск каждого из АЭ полностью определяется рассмотренной выше моделью, поэтому рассмотрим риски УК. Выделим два способа определения рисков УК в предположении их независимости. Первый – суммирование рисков по всем корпоративным проектам без учета их взаимосвязи и последовательности выполнения. Второй (с учетом взаимосвязи и последовательности выполнения корпоративных проектов) заключается в вычислении максимума по времени реализации всей корпоративной программы суммы рисков по проектам, выполняемых параллельно в рассматриваемый момент времени. Остановимся на втором подходе более подробно.

Можно выделить две проблемы – определение набора шкал оплаты, минимизирующего риск УК, и унификация шкал оплаты. Особое внимание во втором случае следует уделять тому, что использование единой зависимости выплат от процента выполнения существенно снижает информационную нагрузку на УК и ставит АЭ в равные условия, но, в то же время, может увеличивать риск (так как унифицированная шкала является частным случаем набора персонифицированных). Задача УК заключается в поиске разумного компромисса между этими двумя противоположными тенденциями.

Пусть УК использует персонифицированные (в общем случае различные для каждого АЭ) шкалы оплаты. Тогда в соответствии с выражением (12) риск УК при реализации i -го проекта равен

$$(15) d_i = V_i [W_i^{-1}(I) - W_i(W_i^{-1}(I))], i \in I,$$

где $I = \{1, 2, \dots, n\}$ – множество проектов, n – число выполняемых одновременно в рассматриваемый момент времени проектов.

В соответствии с (13) функция $W(x)$ определяется шкалой $g(x)$, и наоборот. Обозначим M' – множество функций $W(x)$, таких, что с учетом (13) шкалы принадлежат допустимому множеству M . Тогда задача синтеза шкал в управлении программой заключается в нахождении набора «шкал» $\{W_i\}_{i \in I}$, минимизирующего сумму рисков УК:

$$(16) \sum_{i \in I} V_i [W_i^{-1}(I) - W_i(W_i^{-1}(I))] \text{ @ } \min_{\{W_i(\cdot) \in M'\}_{i \in I}} .$$

Если $W_i(x)$ – параметрически заданные функции, то (16) является стандартной задачей математического программирования.

Задача синтеза унифицированной шкалы, минимизирующей, риск УК, имеет вид:

$$(17) W^{-1}(I) - W(W^{-1}(I)) \text{ @ } \min_{W(\cdot) \in M'} .$$

Величина

$$(18) \left(\sum_{i \in I} V_i \right) \min_{W(\cdot) \in M'} W^{-1}(I) - W(W^{-1}(I)) - \\ - \min_{\{W_i(\cdot) \in M'\}_{i \in I}} \sum_{i \in I} V_i [W_i^{-1}(I) - W_i(W_i^{-1}(I))]$$

характеризует потери УК от использования унифицированной шкалы и может рассматриваться как косвенная оценка минимального снижения информационной нагрузки на УК, при которой переход от персонифицированным шкалам к унифицированной целесообразен.

Отметим, что результаты решения «статических» задач (16) и (17) могут использоваться для постановки и решения задач оптимизации шкал с учетом динамики и последовательности выполнения корпоративных проектов (см. второй раздел).

Оперативное управление. В заключение настоящего раздела рассмотрим модель оперативного управления, отражающую тот случай, когда в ходе реализации проекта или программы выясняется, что фактические значения существенных параметров отличаются от прогнозируемых, или фактические значения показателей реализации проекта – от планируемых.

Пусть в ходе реализации проекта в момент времени $t_0 < V/y$ обнаружилось, что объем работ по проекту был оценен неправильно, и составляет он $V_0 > V$, а не V , как считалось ранее.

Первоначально риск УК составлял, в соответствии с утверждением 8 $d = V [W^{-1}(I) - W(W^{-1}(I))]$, теперь же, в случае сохранения принятого графика финансирования он станет равным

$$(19) d_0 = V_0 [W^{-1}(I) - W(W^{-1}(I))],$$

то есть, вырастет пропорционально росту объема работ по проекту.

Если УК перезаключает договор с АЭ, выбирая в качестве новой «точки отсчета» выполненный к моменту времени t_0 объем работ y t_0 , а в качестве объема работ по новому договору – $(V_0 - y t_0)$, то получим новую оценку риска УК:

$$(20) d^* = \max_{t \in [0; V_0 / y - t_0]} [y t_0 + y t - V_0 W(y t_0 / V_0 + y t / V_0)].$$

Вычисляя максимум в (20) получаем, что $d^* = d'$. Таким образом, доказано следующее утверждение.

Утверждение 9. Перезаключение договора без изменения шкалы оплаты не снижает риска УК.

Содержательно утверждение 9 означает, что при перезаключении договора в процессе оперативного управления корпоративной программой необходимо учитывать изменившиеся условия и решать задачу синтеза новой шкалы (см. выше), то есть шкалы, оптимальной в данных условиях.

2.4. Модели и методы оптимизации структуры управляющей компании

В первом разделе решены задачи согласования интересов элементов системы управления корпоративными программами, а также задача выбора управляющей компании. Во втором разделе – задачи планирования (выбора вариантов реализации корпоративных проектов), в третьем – задачи оперативного управления процессом реализации корпоративных проектов и программ. В настоящем разделе рассматриваются две модели формирования и оптимизации структуры управляющей компании. Первая модель основывается на решении задач «назначения» – определения распределения активных элементов по работам проектов, вторая – на результатах исследования активных систем с распределенным контролем, приведенных в первом разделе и в [23, 25, 43, 46].

Для большинства современных организаций и фирм (не только для компаний, управляющих реализацией корпоративных программ) актуальна проблема поиска рационального баланса между функциональной¹ и проектной структурой. Линейная структура, порождаемая функциональной специализацией, оказывается эффективной при процессном функционировании, то есть в условиях относительного постоянства набора реализуемых системой функ-

¹ Под функциональной в общем случае понимается линейная (древовидная) структура, в которой подразделения выделяются по тому или иному признаку (на различных уровнях иерархии признаки могут быть различны): функциональному, территориальному, продуктовому и т.д.

ций. При проектной структуре участники системы «привязаны» не к функциям, а к проектам, которые могут сменять друг друга во времени (см. подробное обсуждение свойств линейных, матричных и сетевых структур в [19, 40]). Гибридом функциональной и проектной структур является матричная структура, в которой каждый исполнитель в общем случае подчинен одновременно нескольким руководителям – например, некоторому функциональному руководителю и руководителю определенного проекта.

Поэтому ниже рассматриваются модели, учитывающие плюсы и минусы различных структур и позволяющие определять оптимальные (по оговариваемому в каждом конкретном случае критерию) типы структур. Отметим, что речь идет именно о типе структуры, так как задача синтеза оптимальной иерархической структуры в целом не рассматривается (см. соответствующие модели в [19, 28, 38, 40, 59]) – исследование ограничивается анализом простейших двухуровневых «блоков».

Модель «назначения». Пусть в системе имеются n АЭ – исполнителей работ по корпоративным проектам ($I = \{1, 2, \dots, n\}$ – множество АЭ) и m $\mathcal{L}n$ центров, каждому из которых поставлен в соответствие некоторый тип работ. Тогда проект (выбираемый за единицу времени) может характеризоваться вектором $v = (v_1, v_2, \dots, v_m)$ объемов работ, где $v_j \in \mathbb{R}_+, j \in \hat{I} M$ – множеству работ (центров).

Введем матрицу $\|y_{ij}\|_{i \in \hat{I}, j \in \hat{I} M}$, элемент $y_{ij} \in \mathbb{R}_+$ которой отражает объем работ j -го типа, выполняемый i -ым АЭ. Обозначим $y_i = (y_{i1}, \dots, y_{im}) \in \hat{I} \hat{A}^m$ – вектор объемов работ, выполняемых i -ым АЭ, $i \in \hat{I} I$, $y = (y_1, \dots, y_m) \in \hat{I} \hat{A}^{m \times n}$ – вектор распределения работ по АЭ.

Если $c_i(y): \hat{A}^{m \times n} \rightarrow \hat{A}_+^1$ – функция затрат i -го АЭ, то задача распределения работ может быть сформулирована в виде:

$$(1) \sum_{i \in \hat{I}} c_i(y) \rightarrow \min_y,$$

$$(2) \sum_{i \in \hat{I}} y_{ij} = v_j, j \in \hat{I} M.$$

Отметим, что в задаче (1)-(2) не учитываются ограничения на объемы работ, выполняемые АЭ.

Если функции затрат выпуклые по соответствующим переменным, то (1)-(2) – задача выпуклого программирования. Оптимальное значение целевой функции (1) обозначим $C_0(v)$.

Например, если $\sum_{i \in I} c_i(y) = \sum_{i \in I} \sum_{j \in M} y_{ij}^2 / 2r_{ij}$, то $y_{ij} = r_{ij} v_j / r_j$, где $r_j = \sum_{i \in I} r_{ij}$, $i \in I, j \in M$, и $C_0(v) = \sum_{j \in M} v_j^2 / 2r_j$.

Содержательно задача (1)-(2) соответствует определению структуры взаимосвязей между АЭ и центрами (напомним, что каждый центр «отвечает» за некоторую работу). В общем случае каждый АЭ оказывается связан с каждым центром, так как первый выполняет в оптимальном распределении работ работы нескольких (быть может, даже всех) типов. Можно условно считать, что подобным связям соответствует матричная структура управления (описываемая матрицей $\|y_{ij}\|_{i \in I, j \in M}$, являющейся решением задачи (1)-(2) и называемой иногда матрицей ответственности), эффективность которой зависит от рассматриваемого проекта v и равна $C_0(v)$. Поэтому задачу (1)-(2) можно условно назвать задачей синтеза оптимальной матричной структуры.

Альтернативой является использование функциональной структуры, в которой каждый АЭ закреплен за одним и только одним центром (типом работ). Для того, чтобы найти оптимальную функциональную структуру, следует решить задачу назначения исполнителей. Сформулируем эту задачу.

Пусть функции затрат АЭ сепарабельны:

$$(3) c_i(y) = \sum_{j \in M} c_{ij}(y_{ij}).$$

Тогда задача поиска оптимальной функциональной структуры заключается в нахождении такого разбиения S множества АЭ I на m непустых подмножеств $S = \{S_j\}_{j \in M}$ (между элементами которых работа соответствующего типа распределяется по аналогии с задачей (1)-(2)), что суммарные затраты по выполнению всего объема работ в рассматриваемом проекте минимальны.

Задача распределения объемов j -ой работы между элементами множества $S_j \cap I$ имеет вид:

$$(4) \sum_{i \in S_j} c_{ij}(y_{ij}) \quad \text{®} \quad \min_{y_{S_j}},$$

$$(5) \sum_{i \in S_j} y_{ij} = v_j,$$

где y_{S_j} – вектор действий АЭ из множества $S_j, j \in \hat{I} M$.

Обозначим $C_j(S_j, v_j)$ – оптимальное значение целевой функции (4). Тогда задача синтеза функциональной структуры заключается в нахождении разбиения S минимизирующей сумму затрат, полученных из решения задач (4)-(5) для всех $j \in \hat{I} M$:

$$(6) \sum_{j \in M} C_j(S_j, v_j) \rightarrow \min_S.$$

Обозначим $C(v)$ – оптимальное значение целевой функции в задаче (6).

Утверждение 10. " $v \in C(v) \Leftrightarrow C_0(v)$.

Доказательство утверждения 10. При сепарабельных функциях затрат АЭ $\sum_{j \in M} C_j(S_j, v_j) = \sum_{j \in M} \sum_{i \in S_j} c_{ij}(y_{ij}) = \sum_{i \in I} c_i(y)$, то есть

целевые функции (1) и (6) (с учетом (4)) в задачах синтеза оптимальной матричной и функциональной структур совпадают. В последней задаче допустимое множество не шире, следовательно, и значение целевой функции не меньше. Утверждение 10 доказано.

Эффективности $C(v)$ и $C_0(v)$, соответственно, функциональной и матричной структур являются косвенными оценками максимальных дополнительных затрат на управление, возникающих при переходе от линейной (функциональной) к матричной структуре управления. Поясним последнее утверждение. Функциональная структура, как известно [19, 40, 47, 48], требует минимальных затрат на управление (собственное функционирование). Но, она приводит к неэффективному распределению работ между АЭ – см. утверждение 10. С другой стороны, матричная структура приводит к более эффективному распределению работ, но требует больших затрат на управление. Поэтому при решении вопроса о выборе структуры (или переходе от одной структуры к другой) следует принимать во внимание оба фактора: затраты на управление и эффективность распределения работ (эффективность структуры). Если последняя может быть оценена количественно (см. задачи (1)-(2) и (4)-(6)), то определение затрат на управление является сложной задачей, решаемой на практике, зачастую, интуитивно.

Исходя из этого, можно сказать, что если затраты на управление при использовании матричной структуры превышают затраты на управление при использовании линейной структуры не более, чем на $C(v) - C_0(v)$, то предпочтительно использование матричной структуры, в противном случае – линейной.

Кроме того, во многих реальных организациях одна подструктура является матричной, а другая – линейной. Определение рационального баланса (между ними двумя одновременно) может производиться по аналогии с формулировкой и решением задачи (4)-(6).

Если задача (4)-(5) является стандартной задачей математического программирования, то задача (6) принадлежит к задачам дискретной оптимизации. Решение ее в случае больших значений m и n может оказаться чрезвычайно трудоемким. Поэтому для того, чтобы сделать хоть какие-то качественные выводы, введем ряд упрощающих предположений.

Рассмотрим частный случай, когда число АЭ равно числу работ, затраты АЭ сепарабельны и удельные затраты c_{ij} i -го АЭ по выполнению j -ой работы постоянны, $i \in \hat{I}, j \in \hat{M}$.

Тогда элементы разбиения S – одноэлементные множества и задача (1)-(2) принимает вид:

$$(7) \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} c_{ij} y_{ij} \quad \text{®} \quad \min_{\{y_{ij} \geq 0\}}$$

$$(8) \sum_{i \in I} y_{ij} = v_j, \quad j \in \hat{M},$$

а задача (4)-(6) превращается в следующую стандартную задачу о назначении:

$$(9) \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} c_{ij} v_j x_{ij} \quad \text{®} \quad \min_{\{x_{ij} \in \{0;1\}\}}$$

$$(10) \sum_{i \in I} x_{ij} = 1, \quad j \in \hat{M},$$

$$(11) \sum_{j \in M} x_{ij} = 1, \quad i \in \hat{I}.$$

В силу линейности целевой функции (7), решение задачи (7)-(8) тривиально: $y_{ij} = v_j$, если $i = \arg \min_{i \in I} c_{ij}$, и $y_{ij} = 0$, если $i \neq \arg \min_{i \in I} c_{ij}$, $i \in \hat{I}$, то есть следует поручать весь объем работ j -го

типа поручать тому АЭ, который выполняет его с наименьшими удельными затратами. При этом может оказаться, что все работы выполняет один АЭ. Это распределение работ будет оптимально по критерию суммарных затрат, но может быть нереализуемым на практике.

Для того чтобы уйти от тривиального (и иногда нереализуемого) решения, введем ограничения Y_i на максимальный суммарный объем работ, которые может выполнять i -ый АЭ, $i \in \hat{I}$.

С этими ограничениями задача (7)-(8) превращается в следующую стандартную транспортную задачу:

$$(12) \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} c_{ij} y_{ij} \quad \text{®} \quad \min_{\{y_{ij} \geq 0\}}$$

$$(13) \sum_{i \in I} y_{ij} = v_j, \quad j \in \hat{I} \cap M,$$

$$(14) \sum_{j \in M} y_{ij} \leq Y_i, \quad i \in \hat{I} \cap I,$$

которая разрешима при условии $\sum_{i \in I} Y_i \geq \sum_{j \in M} v_j$.

Задачи «назначения» (1)-(2), (4)-(6), (7)-(8), (9)-(11) и (12)-(14) формулировались для случая одного проекта. Аналогично ставятся и решаются задачи синтеза оптимальных (матричных и линейных) структур и для случая, когда система реализует последовательно набор проектов с заданными характеристиками (или характеристиками, относительно которых имеется статистическая информация). Матричной структуре при этом соответствуют изменяющиеся во времени (в зависимости от реализуемого проекта) распределения работ по АЭ (с этой точки зрения матричная структура управления, определяемая в результате решения задач «назначения» на каждом шаге, близка к сетевой структуре [40]), линейной – постоянное закрепление АЭ за определенными центрами (типами работ). Эффективность той или иной структуры в динамике может оцениваться как сумма (или математическое ожидание, если характеристики потока достоверно неизвестны) затрат на реализацию всего набора проектов за рассматриваемый период времени. Вывод утверждения 10 о том, что матричная структура характеризуется не большими суммарными затратами АЭ, чем линейная, в динамике также остается в силе.

Приведем пример. Пусть имеются два типа работ и два АЭ, удельные затраты которых представлены матрицей $\begin{vmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 3 \end{vmatrix}$, ограничения объемов работ АЭ: $Y_1 = Y_2 = 1$, рассматривался поток из 60 проектов объемами (v_1, v_2) , которые равномерно распределены на $v_1 + v_2 \leq 2$. Численное моделирование заключалось в нахождении для каждого проекта:

- затрат c^1 (решение задачи (9)-(11)) при назначении $\begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$ – один из вариантов постоянной (не изменяющейся во времени) линейной структуры;
- затрат c^2 (решение задачи (9)-(11)) при назначении $\begin{vmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{vmatrix}$ – один из вариантов постоянной (не изменяющейся во времени) линейной структуры;
- затрат c – оптимальное решение задачи (9)-(11) – оптимальная на каждом шаге линейная структура без ограничений на индивидуальные объемы работ АЭ;
- затрат c^{00} – оптимальное решение задачи (7)-(8) – оптимальная на каждом шаге матричная структура без ограничений на индивидуальные объемы работ АЭ;
- затрат c^0 – оптимальное решение задачи (12)-(14) – оптимальная на каждом шаге матричная структура с ограничениями на индивидуальные объемы работ АЭ.

Средние (по всем 60 проектам) значения затрат приведены в таблице 1.

Табл. 1. Средние затраты

c^1	c^2	c^0	c	c^{00}
3,08	3,02	2,81	2,76	2,29

На рисунке 14 приведены графики отношений $(c_1/c - 1)$ и $(c_2/c - 1)$, характеризующий потери в эффективности из-за использования постоянной (не зависящей от специфики реализуемого проекта) линейной структуры.

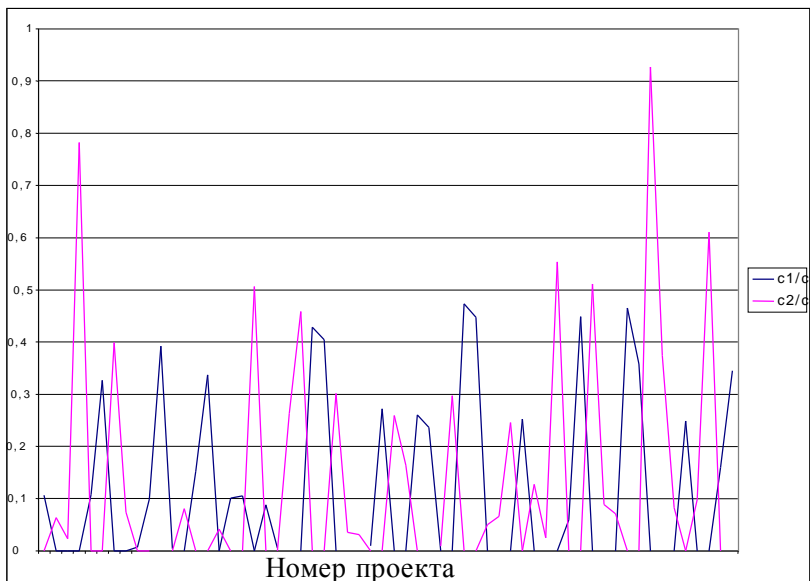


Рис. 14. Эффективность постоянной линейной структуры

На рисунке 15 приведены графики затрат c – оптимального решения задачи (9)-(11) – прерывистая линия – и c^{00} – оптимального решения задачи (7)-(8) – непрерывная линия, которые позволяют оценить потери в эффективности от использования линейной структуры по сравнению с матричной (см. также утверждение 10).

Таким образом, постановка и решение задач «назначения» позволяет оценивать сравнительную эффективность различных структур и закономерностей их трансформации, осуществлять выбор оптимальной или рациональной структуры управляющей компании в зависимости от набора проектов, реализуемых в рамках корпоративной программы.

Модель распределенного контроля. Результаты анализа систем с распределенным контролем, в которых один и тот же активный элемент одновременно подчинен нескольким центрам, свидетельствуют, что существуют два режима взаимодействия центров – режим сотрудничества и режим конкуренции (см. первый раздел).

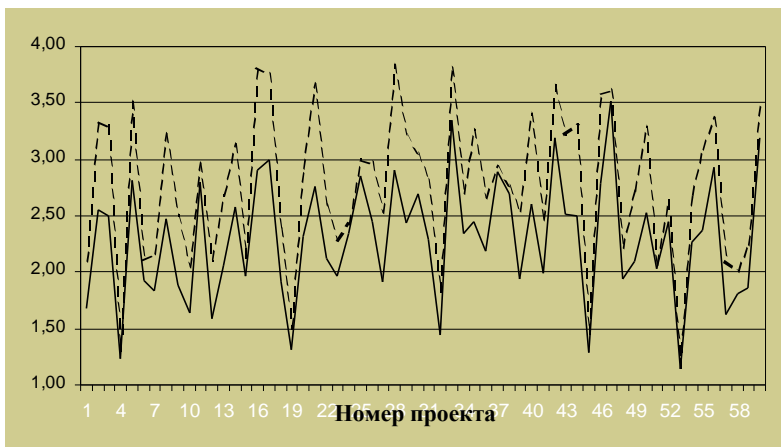


Рис. 15. Эффективности линейной и матричной структур

В режиме сотрудничества АЭ выбирает действие, выгодное (в определенном смысле) всем центрам одновременно, и центры осуществляют совместное управление данным АЭ. Такая ситуация соответствует матричной структуре управления.

В режиме конкуренции управление АЭ осуществляется одним центром, который определяется по результатам анализа аукционного равновесия игры центров. Такая ситуация соответствует линейной (веерной) структуре управления.

Условием реализации режима сотрудничества (и, следовательно, матричной структуры) является непустота области компромисса. Для непустоты области компромисса, в свою очередь, необходимо и достаточно, чтобы максимальное (по действиям АЭ) значение суммы целевых функции всех участников системы (всех центров и АЭ) было не меньше, чем сумма максимумов значений целевых функций центров, каждый из которых вычисляется в предположении, что он осуществляет единоличное управление АЭ.

Если целевые функции и допустимые множества участников системы зависят от некоторых параметров, то можно исследовать зависимость структуры системы от этих параметров – при тех комбинациях параметров, при которых имеет место вышеупомянутое условие следует реализовывать матричную структуру, при остальных значениях параметров – линейную структуру. Если

известна стоимость изменения этих параметров, то можно ставить решать задачу развития (оптимального изменения параметров с учетом затрат на изменения и эффективности структур) по аналогии с тем, как это делается в [2].

Рассмотрим пример, иллюстрирующий применение описанного общего подхода. Рассмотрим систему, состоящую из одного АЭ и двух центров. Стратегией АЭ является выбор действия $y \in [0; 1]$, содержательно интерпретируемого как доля всего рабочего времени АЭ, обрабатываемого на первый центр. Соответственно, $(1 - y)$ характеризует долю времени, обрабатываемого на второй центр. Центры получают доходы, зависящие от того времени, которое на них отработал АЭ: $H_1(y) = y$, $H_2(y) = b y$, где $b \geq 0$ – некоторый параметр. АЭ несет затраты $c(y) = a y^2 / 2 + (1 - y)^2 / 2$.

Определим наиболее выгодное для первого центра действие АЭ (максимизирующее разность между $H_1(y)$ и $c(y)$):

$$y_1^* = \begin{cases} 1, & a < 1 \\ 0, & a \geq 1 \end{cases}$$

Определим наиболее выгодное для второго центра действие АЭ (максимизирующее разность между $H_2(y)$ и $c(y)$):

$$y_2^* = \begin{cases} \frac{b-1}{a-1}, & a > 1, b > 1 \\ 0, & a > 1, b \leq 1. \\ 1, & a \leq 1 \end{cases}$$

Вычисляем соответствующие значения целевых функций центров:

- в области $a \leq 1$ центры получают (управляя АЭ по одиночке) следующие полезности: $W_1 = 1 - a/2$, $W_2 = b - a/2$;
- в области $a > 1$, $b \geq 1$ центры получают (управляя АЭ по одиночке) следующие полезности: $W_1 = -1/2$, $W_2 = [6ab - (1+a)b^2 - 2b - 3a + 2] / 2(a-1)^2$;
- в области $a \geq 1$, $b < 1$ центры получают (управляя АЭ по одиночке) следующие полезности: $W_1 = -1/2$, $W_2 = -1/2$.

Определим действие y_0 , доставляющее максимум $[H_1(y) + H_2(y) - c(y)]: y_0 = \min [b / (1 + a); 1]$, и

$$W_0 = [H_1(y_0) + H_2(y_0) - c(y_0)] = \begin{cases} \frac{b(4+b) - (a+1)}{2(a+1)}, & b < 1+a \\ 1 + b - a/2, & b \geq 1+a \end{cases}.$$

Условие непустоты области компромисса (и реализуемости матричной структуры) имеет вид:

$$(15) W_1 + W_2 \leq W_0.$$

Так как каждая из величин W_1 , W_2 и W_0 зависит от параметров $(a; b)$, то можно найти множество значений этих параметров, при которых условие (15) выполнено. Для рассматриваемого примера на рисунке 16 заштриховано множество значений параметров a и b , при которых оптимальной является матричная структура. В незаштрихованных областях оптимальна линейная структура, причем в равновесии АЭ оказывается починенным всегда только второму центру.

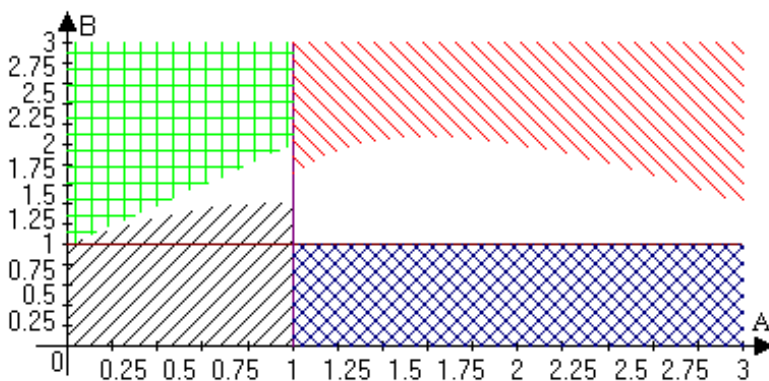


Рис. 16. Области значений параметров a и b , в которых оптимальна матричная структура

Параметрический анализ, аналогичный проведенному выше, оказывается эффективным и в динамике, так как знание областей

оптимальности различных структур при наличии прогноза изменений существенных параметров позволяет априори синтезировать структуру управляющей компании, обладающую максимальной (или максимальной ожидаемой, или допустимой и т.д. – в зависимости от решаемой задачи) эффективностью.

Литература ко второй части

- 1 Андронникова Н.Г., Баркалов С.А., Бурков В.Н., Котенко А.М. Модели и методы оптимизации региональных программ развития. М.: ИПУ РАН, 2001. – 60 с.
- 2 Балашов В.Г., Заложнев А.Ю., Иващенко А.А., Новиков Д.А. Механизмы управления организационными проектами. М.: ИПУ РАН, 2003. – 73 с.
- 3 Балашов В.Г. Модели и методы принятия выгодных финансовых решений. М.: Физматлит, 2003. – 408 с.
- 4 Балашов В.Г., Ильдеменов С.В., Ириков В.А., Леонтьев С.В., Тренев В.Н. Реформирование и реструктуризация предприятий. М.: «Издательство ПРИОР», 1998.
- 5 Баркалов С.А., Бурков В.Н., Гилязов Н.М. Методы агрегирования в управлении проектами. М.: ИПУ РАН, 1999. – 55 с.
- 6 Баркалов С.А., Новиков Д.А., Попов С.С. Индивидуальные стратегии предложения труда: теория и практика. М.: ИПУ РАН, 2002. – 109 с.
- 7 Беллман Р., Заде Л. Принятие решений в расплывчатых условиях / Вопросы анализа и процедуры принятия решений. М.: Мир, 1976. С. 172 – 215.
- 8 Белянкин Г.А., Борисов А.А., Васин А.А., Морозов В.В., Федоров В.В. Оптимальное распределение средств между инвестиционными проектами / Сборник «Проблемы математической физики М.: Диалог МГУ, 1998. С. 225.
- 9 Бурков В.Н., Горгидзе И.А., Ловецкий С.Е. Прикладные задачи теории графов. Тбилиси: Мецниереба, 1974. – 234 с.
- 10 Бурков В.Н., Данев Б., Еналеев А.К. и др. Большие системы: моделирование организационных механизмов. М.: Наука, 1989. – 245 с.
- 11 Бурков В.Н., Дорохин В.В., Балашов В.Г. Механизмы согласования корпоративных интересов. М.: ИПУ РАН, 2003. – 73 с.
- 12 Бурков В.Н., Заложнев А.Ю., Новиков Д.А. Теория графов в управлении организационными системами. М.: Синтег, 2001. – 124 с.

- 13 Бурков В.Н., Заложнев А.Ю., Леонтьев С.В., Новиков Д.А., Чернышев Р.А. Механизмы финансирования программ регионального развития. М.: ИПУ РАН, 2002. – 52 с.
- 14 Бурков В.Н., Квон О.Ф., Цитович Л.А. Модели и методы мультипроектного управления. М.: ИПУ РАН, 1998. – 62 с.
- 15 Бурков В.Н., Новиков Д.А. Как управлять проектами. М.: Синтег, 1997. – 188 с.
- 16 Бурков В.Н., Новиков Д.А. Теория активных систем: состояние и перспективы. М.: Синтег, 1999. – 128 с.
- 17 Вагнер Г. Основы исследования операций. М.: Мир, 1972. Т. 1 – 3.
- 18 Васильев Д.К., Заложнев А.Ю., Новиков Д.А., Цветков А.В. Типовые решения в управлении проектами. М.: ИПУ РАН, 2003. – 84 с.
- 19 Воронин А.А., Мишин С.П. Оптимальные иерархические структуры. М.: ИПУ РАН, 2003. – 214 с.
- 20 Воропаев В.И. Модели и методы календарного планирования в автоматизированных системах управления строительством. М.: Стройиздат, 1974. – 232 с.
- 21 Воропаев В.И. Управление проектами в России. М.: Аланс, 1995. – 225 с.
- 22 Гермейер Ю.Б. Игры с противоположными интересами. М.: Наука, 1976. – 327 с.
- 23 Гилев С.Е., Леонтев С.В., Новиков Д.А. Распределенные системы принятия решений в управлении региональным развитием. М.: ИПУ РАН, 2002. – 54 с.
- 24 Гламаздин Е.С. Оптимизационная задача распределения инвестиций / Дипломная работа. М.: ВМиК МГУ, 2001.
- 25 Губко М.В., Караваев А.П. Матричные структуры управления // Автоматика и Телемеханика. 2001. № 10. С. 132 – 146.
- 26 Губко М.В., Новиков Д.А. Теория игр в управлении организационными системами. М.: Синтег, 2002. – 148 с.
- 27 Губко М.В. Механизмы управления организационными системами с коалиционным взаимодействием участников. М.: ИПУ РАН, 2003. – 140 с.
- 28 Ириков В.А., Тренев В.Н. Распределенные системы принятия решений. М.: Наука, 1999.

- 29 Колосова Е.В., Новиков Д.А., Цветков А.В. Методика освоения объема в оперативном управлении проектами. Москва, 2001. – 156 с.
- 30 Косов Е.В., Попов Г.Х. Управление межотраслевыми научно-техническими программами. М.: Экономика, 1972.
- 31 Леонтьев С.В. Модели и методы управления разработкой и реализацией программ регионального развития. М.: Физматлит, 2002.
- 32 Либерзон В.И. Основы управления проектами. М.: Нефтяник, 1997. – 150 с.
- 33 Мазур И.И., Шапиро В.Д. и др. Реструктуризация предприятий и компаний. М.: Высшая школа, 2000.
- 34 Масютин С.А. Механизмы корпоративного управления. М.: Финстатинформ, 2002. – 236 с.
- 35 Мескон М., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента. М.: Дело, 1998. – 800 с.
- 36 Мильнер Б.З. Теория организации. М.: ИНФРА-М, 2002. – 480 с.
- 37 Мильнер Б.З. Организация программно-целевого управления. М.: Экономика, 1987.
- 38 Новиков Д.А. Механизмы функционирования многоуровневых организационных систем. М.: Фонд "Проблемы управления", 1999. – 150 с.
- 39 Новиков Д.А. Обобщенные решения задач стимулирования в активных системах. М.: ИПУ РАН, 1998. – 68 с.
- 40 Новиков Д.А. Сетевые структуры и организационные системы. М.: ИПУ РАН, 2003. – 108 с.
- 41 Новиков Д.А., Петраков С.Н. Курс теории активных систем. М.: Синтег, 1999. – 108 с.
- 42 Новиков Д.А., Смирнов И.М., Шохина Т.Е. Механизмы управления динамическими активными системами. М.: ИПУ РАН, 2002. – 124 с.
- 43 Новиков Д.А. Стимулирование в организационных системах. М.: Синтег, 2003. – 305 с.
- 44 Новиков Д.А. Стимулирование в социально-экономических системах (базовые математические модели). М.: ИПУ РАН, 1998. – 216 с.

- 45 Новиков Д.А., Цветков А.В. Механизмы стимулирования в многоэлементных организационных системах. М.: Апостроф, 2000. – 184 с.
- 46 Новиков Д.А., Цветков А.В. Механизмы функционирования организационных систем с распределенным контролем. М.: ИПУ РАН, 2001. – 118 с.
- 47 Обэр-Крие Дж. Управление предприятием. М.: Прогресс, 1973. – 304 с.
- 48 Овсиевич Б.Л. Модели формирования организационных структур. Ленинград: Наука, 1979. – 157 с.
- 49 Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. М.: Наука, 1981. – 206 с.
- 50 Петраков С.Н. Механизмы планирования в активных системах: неманипулируемость и множества диктаторства. М.: ИПУ РАН, 2001. – 135 с.
- 51 Попов Э.В. Управление корпоративными знаниями // Новости искусственного интеллекта. 2000. № 1.
- 52 Поспелов Г.С., Ириков В.А., Курилов А.Е. Процедуры и алгоритмы формирования комплексных программ. М.: Наука, 1985. – 424 с.
- 53 Поспелов Г.С., Ириков В.А. Программно-целевое планирование и управление. М.: Советское радио, 1976. – 344 с.
- 54 Санталайнен Т. Управление по результатам. М.: Прогресс, 1988. – 320 с.
- 55 Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка переговоров при согласовании управленческих решений. М.: Синтег, 2003. – 284 с.
- 56 Управление проектами / Общая редакция – В.Д. Шапиро. С.-Пб.: «ДваТри», 1996. – 610 с.
- 57 Управление проектами: справочное пособие / Под ред. И.И. Мазура, В.Д. Шапиро. М.: Высшая школа, 2001. – 875 с.
- 58 Цветков А.В. Стимулирование в управлении проектами. М.: Апостроф, 2001. – 144 с.
- 59 Цвиркун А.Д., Акинфиев В.К., Соловьев М.М. Моделирование развития крупномасштабных систем. М.: Наука, 1983.
- 60 Щепкин А.В. Механизмы внутрифирменного управления. М.: ИПУ РАН, 2001. – 80 с.

- 61** A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide). 2000. – 215 p.
- 62** Fleming Q.W., Hoppelman J.M. Earned value Project Management. PMI, 1996. – 141 p.
- 63** Kerzner H. Project management: a systems approach to planning, scheduling and controlling. N.Y. John Wiley & Sons, 1998.
- 64** Kliem R.L., Ludin I.S. Project management practitioner's book. N.Y.: American Management Association, 1998.
- 65** Lientz B.P., Rea K.P. Project management for the 21-st century. San Diego: Academic Press, 1998.
- 66** Mas-Collel A., Whinston M.D., Green J.R. Microeconomic theory. N.Y.: Oxford Univ. Press, 1995. – 981 p.
- 67** Myerson R.B. Game theory: analysis of conflict. London: Harvard Univ. Press, 1991. – 568 p.

Заключение

В настоящей работе, во-первых, проведен обзор современных подходов к описанию и построению информационного окружения корпоративных систем управления программами, и, во-вторых, решены задачи анализа и синтеза таких механизмов управления корпоративными программами как: механизмы согласования интересов корпоративного центра, подразделений корпорации, управляющей компании и исполнителей работ по проектам; механизмы планирования (выбора управляющей компании и вариантов реализации проектов, включаемых в корпоративную программу); механизмы оперативного управления процессом реализации корпоративных программ и проектов; механизмы оптимизации структуры управляющей компании.

Следует отметить, что общность применяемых методов исследования позволяет надеяться на применимость полученных результатов в гораздо более широком классе реальных систем, чем только корпоративные программы – X-структуры широко распространены как на уровне отдельных предприятий, так и на региональном уровне.

В качестве перспективных направлений дальнейших исследований следует выделить, во-первых, актуальность обобщения результатов настоящей работы на случай наличия неопределенности и коалиционного взаимодействия элементов корпоративных структур. Во-вторых, представляется целесообразной интеграция теоретико-игровых и оптимизационных моделей и методов построения механизмов управления корпоративными программами с существующими в теории управления (в том числе, кратко перечисленными во введении) результатами решения задач структурного синтеза, финансового управления и системной оптимизации, что позволило бы создать комплекс гибких и эффективных механизмов корпоративного управления.