Н.В. БЕЗМЕНОВА, С.А. ШУСТОВ

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В УПРАВЛЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЕМ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ

2006

СГАУ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА»

Н.В. БЕЗМЕНОВА, С.А. ШУСТОВ

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В УПРАВЛЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЕМ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ

Утверждено Редакционно-издательским советом университета в качестве учебного пособия

САМАРА
Издательство СГАУ
2006

УДК 519.677 (075)
ББК 22.161
Б 398



Инновационная образовательная программа "Развитие центра компетенции и подготовка специалистов мирового уровня в области аэрокосмических и геоинформационных технологий"

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. Н. Д. Проничев
Ген. директор ЗАО «Консалтинг Аудит» О.Н. Барсукова

Безменова Н.В.

Б 398 **Системный анализ в управлении предприятием аэрокосмического двигателестроения**: учеб. пособие / *Н.В. Безменова, С.А. Шустов.* – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2006. – 99 с. : ил.

ISBN 5-7883-0476-8

Рассмотрены основные понятия теории систем и системного анализа как современного инструмента решения сложных проблем в различных предметных областях, в том числе и в двигателестроении. Дано описание кибернетического подхода к описанию сложных систем с управлением. Рассмотрены вопросы практического применения технологии системного анализа для принятия решений и управления на примере авиадвигательного предприятия.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальностям 080502 Экономика и управление на предприятии (машиностроения): очная форма обучения, специализация «Управление предприятием аэрокосмического двигателестроения» с квалификацией экономист-менеджер, и 160301 Авиационные двигатели и энергетические установки: очная форма обучения, специализация «Организация производства в аэрокосмическом двигателестроении» с квалификацией инженер.

УДК 519.677 (075)
ББК 22.161

ISBN 5-7883-0476-8

© Безменова Н.В., Шустов С.А., 2006
© Самарский государственный аэрокосмический университет, 2006

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 5
1 Основные понятия о теории систем и системном анализе 7
1.1 Основные понятия теории систем 7
1.2 Классификация систем, основные понятия о целенаправленных системах 16
1.3 Кибернетический подход к описанию целенаправленных систем 18
1.3.1 Основные понятия о кибернетическом подходе к моделированию процессов функционирования целенаправленных объектов 18
1.3.2 Основы формализованного описания процесса целенаправленного функционирования объекта 19
1.3.3 Основные понятия о процессе управления, системе управления и этапах управления 23
1.4 Системный подход и системный анализ 28
Вопросы для самоконтроля 33
2 Системный анализ как методология принятия решений в управлении предприятием 35
2.1 Основные этапы системного анализа, их назначение и взаимосвязь 35
2.2 Содержание этапа «Формирование понимания проблемы» 37
2.3 Содержание этапа «Формирование дерева целей» 39
2.4 Содержание этапа «Разработка альтернатив» 46
2.5 Содержание этапа «Анализ ресурсов» 48

2.6 Содержание этапа «Анализ взаимовлияния целей, альтернатив и ресурсов» 51
2.7 Содержание этапа «Принятие решений» 56
2.8 Содержание этапа «Реализация решения» 65
Вопросы для самоконтроля 67
3 Системный анализ в управлении предприятием аэрокосмического двигателестроения 68
3.1 Промышленное предприятие как целенаправленная система 68
3.2 Основные понятия о структуре и базовых бизнес-процессах системы управления авиадвигателестроительным предприятием 71
3.3 Сравнительный анализ уровня организации базовых бизнес-процессов управления на отечественных и зарубежных предприятиях 76
Заключение 83
Список литературы 85
Приложение А Словарь терминов 91
Приложение Б Организационные схемы 94

ВВЕДЕНИЕ

В учебном пособии рассматривается технология использования системного анализа в управлении предприятием аэрокосмического двигателестроения в целях обеспечения его конкурентоспособности как на внутреннем, так и на мировом рынке.

Повышение конкурентоспособности отечественных предприятий аэрокосмического двигателестроения и на внутреннем, и на внешнем (т.е. мировом) рынке является актуальной и чрезвычайно сложной проблемой. Сложность этой проблемы обусловлена спецификой выпускаемой продукции (авиационные и ракетные двигатели), которая является одной из самых наукоемких, сложных и дорогих. Мировой рынок этой продукции является, с одной стороны, востребованным и расширяющимся, а с другой – остроконкурентным. В этих условиях создание инновационной продукции, наиболее востребованной на рынке, требует больших первоначальных вложений, которые могут окупиться лишь при условии выхода на мировой рынок. Однако, как уже отмечалось выше, мировой рынок авиационных и ракетных двигателей отличается острой конкуренцией, и завоевание заметного сегмента на этом рынке является весьма непростой проблемой.

Одним из важнейших условий решения этой проблемы является подготовка дипломированных специалистов, владеющих самыми современными наукоемкими технологиями управления предприятиями аэрокосмического двигателестроения. Одно из важнейших мест в этих технологиях занимает системный анализ как научная основа решения наиболее сложных проблем, к кото-

рым относится и проблема принятия наилучшего решения в условиях ограниченности ресурсов.

В первой главе учебного пособия излагаются основные понятия теории систем и системного анализа. Во второй главе учебного пособия рассматриваются основные этапы системного анализа применительно к проблеме принятия решений по сложным проблемам. В третьей, завершающей главе излагаются прикладные аспекты системного анализа применительно к управлению предприятиями аэрокосмического двигателестроения с учетом зарубежного опыта.

При написании данного учебного пособия авторы использовали свой опыт применения системного анализа, как в учебном процессе, так и при реализации консалтинговых проектов на ряде промышленных предприятий г. Самары [18,23, 32, 33, 35,36, 44,51].

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальностям 080502 Экономика и управление на предприятии (машиностроения) – очная форма обучения, специализация «Управление предприятием аэрокосмического двигателестроения» с квалификацией экономист-менеджер и 160301 Авиационные двигатели и энергетические установки – очная форма обучения, специализация «Организация производства в аэрокосмическом двигателестроении» с квалификацией инженер.

1 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О ТЕОРИИ СИСТЕМ И СИСТЕМНОМ АНАЛИЗЕ

В данной главе изложены основные понятия и определения теории систем. Приведена классификация систем с различных точек зрения, даны определения и сущность понятий «система», «системный подход», «системный анализ» и «системные исследования». Это поможет студенту лучше вникнуть в содержательную часть теории систем и системного анализа, облегчит использование методов теории систем и системного анализа для эффективного решения сложных проблем, связанных с управлением авиадвигателестроительных предприятий в целях обеспечения их конкурентоспособности. Изучение материала первой главы дает возможность ответить на вопросы: 1) что такое общая теория систем и системный анализ; 2) для чего они нужны?

1.1 Основные понятия теории систем

Ключевую роль в теории систем и системном анализе играет понятие «система», в связи с чем изложение основных понятий теории систем начнем с определения именно этого понятия.

В настоящее время нет единства в определении понятия «система». В первых определениях в той или иной форме говорилось о том, что система — это элементы и связи (отношения) между ними. Например, основоположник теории систем Людвиг фон Берталанфи [34] определял систему как комплекс взаимодействующих элементов или как совокупность элементов, находящихся в определенных отношениях друг с другом и со средой. А. Холл [47] определяет систему как множество предметов вместе со связями между предметами и между их признаками. Ведутся дискуссии, какой термин — «отношение» или «связь» — лучше употреблять.

Позднее в определениях системы появляется понятие цели. Так,

в «Философском словаре» система определяется как «совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях между собой определенным образом и образующих некоторое целостное единство».

В последнее время в определение понятия системы наряду с элементами, связями и их свойствами и целями начинают включать наблюдателя, хотя впервые на необходимость учета взаимодействия между исследователем и изучаемой системой указал один из основоположников кибернетики У. Р. Эшби [34].

М. Масарович и Я. Такахара в книге «Общая теория систем» [26] считают, что система — «формальная взаимосвязь между наблюдаемыми признаками и свойствами».

Таким образом, в зависимости от количества учитываемых факторов и степени абстрактности определение понятия «система» можно представить в следующей символьной форме. Каждое определение обозначим буквой D (от лат. definitions) и порядковым номером, совпадающим с количеством учитываемых в определении факторов.

D1. Система есть нечто целое:

$$S=A(l, 0). \tag{1.1}$$

Это определение выражает факт существования и целостность. Двоичное суждение A (1,0) отображает наличие или отсутствие этих качеств.

D2. Система есть организованное множество (Темников Ф. Е. [21]):

$$S=(opr, M), \tag{1.2}$$

где opr — оператор организации; M — множество.

D3. Система есть множество вещей, свойств и отношений (Уемов А. И. [20]):

$$S=(\{m\},\{n\},\{r\}), \tag{1.3}$$

где m — вещи, n — свойства, r — отношения.

D4. Система есть множество элементов, образующих структуру и

обеспечивающих определенное поведение в условиях окружающей среды:

$$S=(e, ST, BE, E), \quad (1.4)$$

где e— элементы, ST — структура, BE — поведение, E — среда.

D5. Система есть множество входов, множество выходов, множество состояний, характеризуемых оператором переходов и оператором выходов:

$$S=(X. Y, Z, H, G), \quad (1.5)$$

где X — входы, Y — выходы, Z — состояния, H — оператор переходов, G — оператор выходов. Это определение учитывает все основные компоненты, рассматриваемые в автоматике.

D6. Это шестичленное определение, как и последующие, трудно сформулировать в словах. Оно соответствует уровню биосистем и учитывает генетическое (родовое) начало GN, условия существования KD, обменные явления MB, развитие EV, функционирование FC и репродукцию (воспроизведения) RP:

$$S=(GN, KD, MB, EV, FC, RP). \quad (1.6)$$

D7. Это определение оперирует понятиями модели F, связи SC, пересчета R, самообучения FL, самоорганизации FO, проводимости связей CO и возбуждения моделей JN:

$$S=(F. SC, R, FL, FO, CO, JN). \quad (1.7)$$

Данное определение удобно при нейрокибернетических исследованиях.

D8. Если определение D5 дополнить фактором времени и функциональными связями, то получим определение системы, которым обычно оперируют в теории автоматического управления:

$$S=(T, X, Y, Z, Q, V, \eta, \varphi), \quad (1.8)$$

где T — время, X — входы, Y — выходы, Z — состояния, Q — класс операторов на выходе, V — значения операторов на вы-

ходе, η — функциональная связь в уравнении $y(t_2) = \eta[x(t_1), z(t_1], t_2)$, φ функциональная связь в уравнении $z(t_2) = \varphi [x(t_1), z(t_1], t_2]$.

D9. Для организационных систем удобно в определении системы учитывать следующее:

$$S = (PL, RO, RJ, EX, PR, DT, SV, RD, EF), \qquad (1.9)$$

где PL — цели и планы, RO — внешние ресурсы, RJ — внутренние ресурсы, EX — исполнители, PR — процесс, DT— помехи, SV — контроль, RD — управление, EF — эффект.

Последовательность определений можно продолжить до DN (N=9, 10, 11,...), в котором учитывалось бы такое количество элементов, связей и действий в реальной системе, которое необходимо для решаемой задачи, для достижения поставленной цели.

В качестве «рабочего» в дальнейшем будем использовать следующее определение понятия системы: ***система – это множество взаимосвязанных элементов, обладающее одним или несколькими интегративными свойствами.***

Интегративное свойство – это такое свойство, которым обладает объект в целом и не обладает ни один из элементов этого объекта. Например, газотурбинный двигатель способен создавать тягу, но ни один из его элементов этим свойством не обладает.

Обратим внимание, что в определении понятия «система» на виды элементов и связей между ними не накладывается никаких ограничений. Это означает, что они могут быть любыми. Такой подход обусловливает абстрактный характер понятия «система» и его универсальность, т.е. возможность использования для любых типов объектов – технических, социальных, экономических и т.д.

В теории систем важную роль играют такие понятия, как ***структура, простая система и сложная система:***

- ***структура*** – совокупность элементов и их связей (сравнивая

понятия «система» и «структура», приходим к выводу, любая система имеет структуру, но не любая структура является системой);

- ***простая система*** – такая система, ни один из элементов которой не имеет структуры;
- ***сложная система*** – такая система, в которой хотя бы один элемент имеет структуру, обладающую интегративными свойством, т.е. сам является системой (такая система называется ***подсистемой***).

С точки зрения получения человеком научных знаний об окружающем мире ***система – это наилучший образ изучаемого объекта, который представляет собой совокупность взаимосвязанных существенных свойств этого объекта.***

Для количественной оценки с каждым существенным свойством связывается переменная, которая называется ***существенной переменной***. Используя это понятие, приходим к следующему определению понятия система: ***система - это совокупность взаимосвязанных переменных, характеризующих существенные свойства изучаемого объекта.***

Все множество свойств изучаемого объекта можно классифицировать в виде двух групп свойств: структурных и функциональных. ***Структурными называются свойства, характеризующие форму объекта, а функциональными называются свойства, характеризующие поведение объекта.***

Используя эту классификацию существенных свойств, приходим к следующему определению понятия «система»: ***система – это совокупность взаимосвязанных существенных переменных, характеризующих структурные и функциональные свойства изучаемого объекта.***

Рассмотрим более детально введенные выше основные понятия с точки зрения их использования для характеристики структуры и

функционирования систем.

Элемент. Под элементом принято понимать простейшую неделимую часть системы. Ответ на вопрос, что является такой частью, может быть неоднозначным и зависит от цели рассмотрения объекта как системы, от точки зрения на него или от аспекта его изучения. Таким образом, элемент — это предел членения системы с точки зрения решения конкретной задачи и поставленной цели. Систему можно расчленить на элементы различными способами в зависимости от формулировки цели и ее уточнения в процессе исследования.

Подсистема. Система может быть разделена на элементы не сразу, а последовательным расчленением на подсистемы, которые представляют собой компоненты более крупные, чем элементы, и в то же время более детальные, чем система в целом. Возможность деления системы на подсистемы связана с вычленением совокупностей взаимосвязанных элементов, способных выполнять относительно независимые функции, подцели, направленные на достижение общей цели системы. Названием «подсистема» подчеркивается, что такая часть должна обладать свойствами системы (в частности, свойством целостности). Этим подсистема отличается от простой группы элементов, для которой не сформулирована подцель и не выполняются свойства целостности (для такой группы используется название «компоненты»). Например, подсистемы АСУ, подсистемы пассажирского транспорта крупного города.

Структура. Это понятие происходит от латинского слова structure, означающего строение, расположение, порядок. Структура отражает наиболее существенные взаимоотношения между элементами и их группами (компонентами, подсистемами), которые мало меняются при изменениях в системе и обеспечивают существование системы и ее основных свойств. Структура — это совокупность элементов и связей между ними. Структура может быть

представлена графически, в виде теоретико-множественных описаний, матриц, графов и других языков моделирования структур.

Структуру часто представляют в виде иерархии. Иерархия — это упорядоченность компонентов по степени важности (многоступенчатость, служебная лестница). Между уровнями иерархической структуры могут существовать взаимоотношения строгого подчинения компонентов (узлов) нижележащего уровня одному из компонентов вышележащего уровня, т.е. отношения так называемого древовидного порядка. Их называют иерархиями типа «дерева». Они имеют ряд особенностей, делающих их удобным средством представления систем управления. Однако могут быть связи и в пределах одного уровня иерархии. Один и тот же узел нижележащего уровня может быть одновременно подчинен нескольким узлам вышележащего уровня. Такие структуры называют иерархическими структурами со слабыми связями. Между уровнями иерархической структуры могут существовать и более сложные взаимоотношения, например, типа «страт», «слоев», «эшелонов», которые детально рассмотрены в [47]. Примеры иерархических структур: энергетические системы, АСУ, государственный аппарат.

Связь. Понятие «связь» входит в любое определение системы наряду с понятием «элемент» и обеспечивает возникновение и сохранение структуры и целостных свойств системы. Это понятие характеризует одновременно и строение (статику), и функционирование (динамику) системы.

Связь характеризуется направлением, силой и характером (или видом). По первым двум признакам связи можно разделить на направленные и ненаправленные, сильные и слабые, а по характеру — на связи подчинения, генетические, равноправные (или безразличные), связи управления. Связи можно разделить также по месту приложения (внутренние и внешние), по направленности процессов в системе в целом или в отдельных ее подсистемах (прямые и

обратные). Связи в конкретных системах могут быть одновременно охарактеризованы несколькими из названных признаков.

Важную роль в системах играет понятие «обратной связи». Исследованию этого понятия большое внимание уделяется в кибернетике, в которой изучается возможность перенесения механизмов обратной связи, характерных для объектов одной физической природы, на объекты другой природы. Обратная связь является основой саморегулирования и развития систем, приспособления их к изменяющимся условиям существования.

Введем ряд дополнительных понятий, характеризующих функциональный аспект описания систем, то есть с их реакцией на воздействия из внешней среды.

Состояние. Понятием «состояние» обычно характеризуют мгновенную фотографию, «срез» системы, остановку в ее развитии. Его определяют либо через входные воздействия и выходные сигналы (результаты), либо через макропараметры, макросвойства системы (например, давление, скорость, ускорение — для физических систем; производительность, себестоимость продукции, прибыль — для экономических систем).

Более полно состояние можно определить, если рассмотреть элементы Б (или компоненты, функциональные блоки), определяющие состояние, учесть, что «входы» можно разделить на управляющие u и возмущающие x (неконтролируемые) и что «выходы» (выходные результаты, сигналы) зависят от ε, u и x, т.е. $z_i=f(\varepsilon_i, u_i, x_i)$. Тогда в зависимости от задачи состояние может быть определено как $\{\varepsilon, u\}$, $\{\varepsilon, u, z\}$ или $\{\varepsilon, x, u, z\}$.

Таким образом, состояние — это множество существенных свойств, которыми система обладает в данный момент времени.

Поведение. Если система способна переходить из одного состояния в другое (например, $z_1 \Rightarrow z_2 \Rightarrow z_3$), то говорят, что она облада-

ет поведением. Этим понятием пользуются, когда неизвестны закономерности переходов из одного состояния в другое. Тогда говорят, что система обладает каким-то поведением и выясняют его закономерности. С учетом введенных выше обозначений поведение можно представить как функцию $z_t=f(z_{t-1}, x_t, u_t)$.

Внешняя среда. Под внешней средой понимается множество элементов, которые не входят в систему, но изменение их состояния вызывает изменение поведения системы.

Равновесие — это способность системы в отсутствие внешних возмущающих воздействий (или при постоянных воздействиях) сохранить свое состояние сколь угодно долго.

Устойчивость. Под устойчивостью понимается способность системы возвращаться в состояние равновесия после того, как она была из этого состояния выведена под влиянием внешних возмущающих воздействий.

Состояние равновесия, в которое система способна возвращаться, по аналогии с техническими устройствами называют устойчивым состоянием равновесия. Равновесие и устойчивость в экономических и организационных системах — гораздо более сложные понятия, чем в технике, и до недавнего времени ими пользовались только для некоторого предварительного описательного представления о системе. В последнее время появились попытки формализованного отображения этих процессов и в сложных организационных системах, помогающие выявлять параметры, влияющие на их протекание и взаимосвязь.

Развитие. Исследованию процесса развития, соотношения процессов развития и устойчивости, изучению механизмов, лежащих в их основе, уделяют в кибернетике и теории систем большое внимание. Понятие развития помогает объяснить сложные термодинамические и информационные процессы в природе и обществе.

1.2 Классификация систем, основные понятия о целенаправленных системах

Системы разделяются на классы по различным признакам, и в зависимости от решаемой задачи можно выбрать разные принципы классификации. При этом систему можно охарактеризовать одним или несколькими признаками.

Системы классифицируются следующим образом:

- по сложности структуры и поведения — простые и сложные;
- по виду научного направления — математические, физические, химические и т. п.;
- по виду формализованного аппарата представления системы — детерминированные и стохастические;
- по виду отображаемого объекта — нецеленаправленные и целенаправленные системы.

Для дальнейшего изложения наиболее важной является классификация по наличию или отсутствию собственных целей отображаемого объекта, в связи с чем рассмотрим этот вид классификации более подробно и дадим определение понятий «нецеленаправленная система» и «целенаправленная система»:

- ***«нецеленаправленная система»*** *- системный образ объекта, не имеющего собственных целей; поведение такого объекта определяется только физическими закономерностями;*
- ***«целенаправленная система»*** *- системный образ объекта, имеющего хотя бы одну собственную цель; поведение такого объекта определяется, в основном, стремлением достигнуть собственных целей.*

Примерами нецеленаправленных объектов являются различные технические устройства (искусственные объекты неживой природы).

Примерами целенаправленных объектов являются живые организмы (биологические объекты), в том числе человек. Живой организм имеет, как минимум, одну собственную цель – сохранить жизнь. Физические закономерности, естественно, оказывают влияние на поведение живых объектов, однако это влияние в большинстве случаев не является определяющим.

Биологические объекты являются неединственными примерами целенаправленных систем. К другим примерам относятся: биологические организации, коллективное поведение людей, организация управления на уровне предприятия, отрасли, государства в целом, т.е. в тех системах, где обязательно имеет место человеческий фактор.

Отображение объекта в виде целенаправленной системы — это подход, позволяющий исследовать наименее изученные объекты и процессы. Целенаправленные системы обладают свойствами диффузных систем: стохастичностью поведения, нестационарностью отдельных параметров и процессов. К этому добавляются такие признаки, как непредсказуемость поведения; способность адаптироваться к изменяющимся условиям среды, изменять структуру при взаимодействии системы со средой, сохраняя при этом свойства целостности; способность формировать возможные варианты поведения и выбирать из них наилучший и др.

При использовании отображения объекта в виде самоорганизующейся системы задачи определения целей и выбора средств достижения этих целей, как правило, разделяются. При этом задача выбора целей может быть, в свою очередь, описана в виде самоорганизующейся системы, т.е. структура функциональной части автоматизированной системы управления (АСУ), структура целей, плана может разбиваться так же, как и структура обеспечивающей части АСУ (комплекс технических средств АСУ) или организационная структура системы управления.

Большинство примеров применения системного анализа основано на представлении объектов в виде целенаправленных систем.

1.3 Кибернетический подход к описанию целенаправленных систем

1.3.1 Основные понятия о кибернетическом подходе к моделированию процессов функционирования целенаправленных объектов

Кибернетический подход к моделированию процесса функционирования целенаправленных объектов заключается в представлении этого объекта в виде двух взаимосвязанных подсистем – объекта управления и субъекта управления (рис. 1.1).

В рамках такого подхода воздействие внешней среды, характеризуемое набором переменных X, а также поведение объекта, характеризуемое набором переменных Y, приписывается объекту управления.

Субъекту управления приписываются такие свойства, как способность получать ***информацию*** о внешнем воздействии X', а также информацию о состоянии объекта Y'. Кроме того, субъекту управления приписывается способность иметь информацию о ***цели*** функционирования. Далее субъекту управления приписывается способность на основе владения перечисленными выше видами информации оказывать воздействие U на объект управления, которое способно изменять состояние и поведение объекта управления таким образом, чтобы обеспечить наилучшее достижение цели. Это воздействие U и называется ***управлением.***

Таким образом, можно дать следующее определение понятия управление: ***управление – это такое воздействие субъекта управления на объект управления, которое обеспечивает наилучшее достижение цели.***

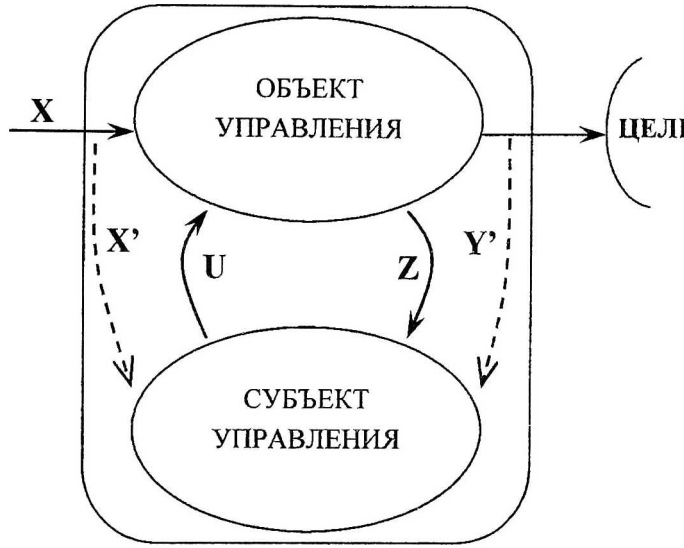


Рис. 1.1. Кибернетическое представление целенаправленной системы

На основе вышеизложенного можем сделать вывод о том, что ***кибернетический подход к моделированию целенаправленного поведения объектов*** - это подход, основанный на использовании таких понятий, ***как цель, информация и управление.*** Дадим определение понятий «цель» и «информация». ***Цель*** – желаемый результат деятельности, достижимый в заданный промежуток времени и обеспеченный ресурсами. ***Информация*** – совокупность полезных сведений, которые можно хранить, передавать и обрабатывать. Первая часть определения понятия «информация» характеризует ее концептуальный (т.е. смысловой) аспект, а вторая – даталогический аспект.

1.3.2 Основы формализованного описания процесса целенаправленного функционирования объекта

Перейдем к составлению формализованного описания процесса целенаправленного функционирования объекта, исходя из следующих соображений [34].

В простейшем случае, применительно к функционированию целенаправленного объекта на рефлексном уровне, понятие «цель» можно выразить через понятие «потребности». В этом случае цель функционирования целенаправленного объекта заключается в удовлетворении его потребностей (например, в пище).

В рамках кибернетического подхода реальные потребности у реального целенаправленного объекта заменим на модель в виде понятия «состояние потребности», при этом припишем владение понятием «состояние потребности» субъекту управления. В рамках такого подхода можно утверждать, что состояние объекта Y влияет на состояние потребностей субъекта.

Потребности субъекта на формализованном уровне можно выразить кортежем $A=(\alpha_1,\ldots.\ \alpha_k)$, где α_i - состояние i-й потребности субъекта, которая выражается неотрицательным числом, характеризующим насущность, актуальность этой потребности. Свое поведение целенаправленный объект способен строить так, чтобы минимизировать насущность своих потребностей, т.е. решает задачу многокритериальной оптимизации:

$$\alpha_i(X,U)\rightarrow\min_{r\in R}(i=\overline{1,k}), \tag{1.10}$$

где R — ресурсы субъекта.

Эта зависимость выражает неизвестную, но существующую связь потребностей с состоянием среды X и поведением U субъекта.

Пусть U^*_X — решение задачи (1.10), т. е. оптимальное поведение субъекта, минимизирующее его потребности A. Способ решения задачи (1.10), позволяющий определить U называется ***алгоритмом управления***

$$U^*_X = \varphi(A_t, X), \tag{1.11}$$

где φ алгоритм, позволяющий синтезировать управление по со-

стоянию среды X и потребностей A_t. Потребности субъекта изменяются не только под влиянием среды или объекта, но и самостоятельно, отражая жизнедеятельность субъекта, что отмечается индексом t.

Алгоритм управления φ, которым располагает субъект, и определяет эффективность его функционирования в данной среде. Алгоритм имеет рекуррентный характер:

$$U_{N+1} = \varphi(U_N, A_t, X), \tag{1.12}$$

т.е. позволяет на каждом шаге улучшать управление. Например, в смысле

$$A_t(X, U_{N+1}) < A_t(X, U_N), \tag{1.13}$$

т. е. уменьшения уровня своих потребностей.

Рассмотренный выше подход характеризует ***рефлексное управление***.

Дадим следующее определение этому типу управления: ***рефлексное управление – это такой тип управления, которому соответствует стандартная реакция на внешнее воздействие.*** Преимуществом рефлексного управления является быстрота реакции на внешнее воздействие, а недостатком – невозможность адекватной реакции в нестандартных ситуациях. Рефлексный тип управления характерен для поведения животных, у которых механизм рефлексного управления в форме инстинктов является природным (наследственным).

Процесс управления как организация целенаправленного воздействия на объект может реализовываться не только на рефлексном, но и на осознанном (нерефлексном) уровне.

Нерефлексный тип управления характерен для целенаправленного поведения человека. Осознанное удовлетворение потребностей заставляет декомпозировать алгоритм управления и вводить промежуточную стадию — формулировку цели управления, т.е.

действовать по двухэтапной схеме:

$$A \rightarrow Z^* \rightarrow U^*. \qquad (1.13)$$

На первом этапе определяется цель управления Z^*, причем задача решается на интуитивном уровне:

$$Z^* = \varphi_1(X, A_i), \qquad (1.14)$$

где φ_1 — алгоритм синтеза цели Z^* по потребностям A и состоянию среды X.

На втором этапе определяется управление U^*_x, реализация которого обеспечивает достижение цели Z^*, сформированной на первой стадии, что и приводит к удовлетворению потребностей субъекта. Именно на этой стадии может быть использована вся мощь формального аппарата, с помощью которого по цели Z^* синтезируется управление

$$U^*_x = \varphi_2(Z^*, X), \qquad (1.15)$$

где φ_2 — алгоритм управления. Этот алгоритм и есть предмет изучения кибернетики как науки.

Основываясь на вышеизложенном, дадим определение нерефлексному типу управления: ***нерефлексное управление*** – это тип управления, основанный на формировании цели и нескольких возможных вариантов управления, а также выборе из них такого варианта управления, который обеспечивает наилучшее достижение цели.

Основным преимуществом нерефлексного варианта является способность наилучшего достижения цели при нестандартных воздействиях внешней среды на объект управления.

Разделение процесса нерефлексного управления на два этапа (формулировку цели и формирование алгоритма управления) отражает известные аспекты науки — неформальный (интуитивный, экспертный) аспект и формальный (алгоритмизируемый аспект. Если первый аспект пока полностью принадлежит человеку, то

второй является объектом приложения формальных подходов.

Естественно, что эти различные функции выполняются разными структурными элементами. Первую функцию φ_1 выполняет субъект управления, а вторую φ_2 - управляющее устройство (УУ), выполняющее функцию реализации целей управления Z^*, формируемых субъектом управления.

1.3.3 Основные понятия о процессе управления, системе управления и этапах управления

Введем такие основные понятия, связанные с управлением, как ***процесс управления*** и ***система управления.***

Процесс управления — это информационный процесс, заключающийся в сборе информации о ходе процесса, передаче ее в пункты накопления и переработки, анализе поступающей, накопленной и справочной информации, принятии решения на основе выполненного анализа, выработке соответствующего управляющего воздействия и доведении его до объекта управления.

Каждая фаза процесса управления протекает во взаимодействии с окружающей средой при воздействии различного рода помех. Цели, принципы и границы управления зависят от сущности решаемой задачи.

В общем случае процесс управления состоит из следующих четырех элементов:

- получение информации о задачах управления (Z^*);
- получение информации о результатах управления (т.е. о поведении объекта управления F);
- анализ полученной информации и выработка решения ($J= \{X', Y'\}$);
- исполнение решения (т.е. осуществление управляющих воздействий U').

Система управления — совокупность взаимодействующих

между собой субъекта управления и исполнительных органов, деятельность которых направлена на достижение заданной цели управления.

Этапы управления. Управление сложной системой состоит из следующих этапов [34]:

1. Формирование целей. Множество целей управления, которое должно реализовываться СУ, определяется как внешними по отношению к системе, так и внутренними факторами и, в частности, потребностями субъекта А. Сложность формализации учета влияния этих факторов на цели очевидна. Различают три вида целей: стабилизация — заключается в требовании поддерживать выходы объекта на заданном уровне; ограничение — требует нахождения в заданных границах целевых переменных $Z^*_i = \overline{1,k}$; экстремальная цель — сводится к поддержанию в экстремальном состоянии целевых переменных Z^*_i.

2. Определение объекта управления. Этот этап связан с выделением той части среды субъекта, состояние которой он может изменить и тем самым воздействовать на свои потребности. В ряде случаев, когда границы объекта очевидны, проблемы выделения объекта из среды не возникает. Это бывает, когда объект достаточно автономен (самолет, телефонная станция и т.д.).

Однако в других случаях связи объекта со средой настолько сильны и разнообразны, что порой очень трудно понять, где кончается объект и начинается среда. Именно это и заставляет вводить специальный этап — определение объекта управления.

Объект должен быть в определенном смысле минимальным, т.е. иметь наименьший объем. Это необходимо с целью минимизации трудоемкости его изучения при синтезе модели. При этом существенным ограничением выступает достижимость множества целей управления $\{Z^*\}$ в рамках выделенного для этого ресурса R. Это

означает, что для любого состояния среды X должно найтись управление $U^* \in R$, с помощью которого можно добиться любой допустимой цели $Z^* \in \{Z^*\}$.

3. Структурный синтез модели. Последующие три этапа управления сложными системами связаны с решением задачи создания ее модели, которая нужна для синтеза управления U. Только с помощью модели объекта можно построить управление U^*, переводящее объект в требуемое (целевое) состояние Z^*.

Модель F, связывающая входы X и U с выходом Y, определяется структурой ST и параметрами $C=\{c_1,..., c_k\}$, т.е. представима в виде двойки $F=\{ST, C\}$. На этом этапе определяется структура ST, т.е. модель объекта с точностью до значений ее параметров C. Этап структурного синтеза включает: определение внешней структуры модели, декомпозицию модели, определение внутренней структуры элементов модели.

Синтез внешней структуры сводится к содержательному определению входов X и U, выхода Y без учета внутренней структуры объекта, т. е. объект рассматривается как некий «черный ящик» с $n+q$ входами и m выходами.

Декомпозиция модели заключается в том, чтобы, воспользовавшись априорными сведениями о структуре объекта, упростить задачу синтеза структуры модели. Синтез структуры модели сводится к определению вида оператора F модели объекта с точностью до параметров C. Это значит, что параметры становятся переменными модели, т.е.

$$Y=F(X, U, C), \qquad (1.16)$$

где F — оператор преобразования структуры ST, параметры которого для удобства внесены в переменные C. Представление оператора преобразования модели в виде (1.16) можно назвать параметризацией модели, что эквивалентно заданию его структуры. При синтезе структуры моделей объектов управления могут при-

меняться различные подходы — от классических методов теории автоматического управления (ТАУ) до современных методов имитационного моделирования (методы случайного поиска, статистических испытаний и др.), семиотического моделирования с использованием языка бинарных отношений и других методов современной математики, использующих сочетание дополняющих друг друга возможностей аналитических и статистических, семиотических и графических и других формализованных представлений системы.

4. Идентификация параметров модели объекта. Этот этап связан с определением числовых значений параметров C в режиме нормального функционирования объекта. Для выяснения зависимости выхода объекта от управляемых входов U необходимо преднамеренно их изменять, т.е. экспериментировать с объектом.

Однако сложная система «не любит» эксперименты, нарушающие режим ее нормального функционирования. Поэтому эксперимент, которого нельзя избежать, следует проводить, минимально возмущая объект, но так, чтобы получить при этом максимальную информацию о влиянии варьируемых параметров на выход объекта.

5. Планирование эксперимента. На данном этапе главным является синтез плана эксперимента, позволяющего с максимальной эффективностью определить искомые параметры модели объекта управления. Для статического объекта этот план U представляет собой набор состояний управляемого выхода объекта $\tilde{U} = \{U_1, ...U_N\}$, а для динамического — план-функцию $\tilde{U} = U(t)$, т.е. программу изменения во времени входа объекта. Эксперимент на объекте дает возможность определить реакцию объекта на это воздействие.

План эксперимента $\tilde{U}$ определяется:

- структурой ST модели F;

- ресурсом планирования R, который образуется выделяемыми на эксперимент средствами, областью планирования, определяющей пределы изменения входа U;
- критерием планирования, который определяет эффективность плана $\widetilde{U}$.

6. Синтез управления. На этом этапе принимается решение о том, каково должно быть управление U, чтобы достигнуть заданной цели управления Z^* в объекте. Это решение опирается на имеющуюся модель объекта F, заданную цель Z^*, полученную информацию о состоянии среды X и выделенный ресурс управления R, который представляет собой ограничения, накладываемые на управление U в связи со спецификой объекта и возможностями СУ.

Достижение цели Z^* возможно соответствующим выбором управления U (состояние среды X изменяется независимо от нас). Это приводит к экстремальной задаче

$$Q(X,Y) \Rightarrow \min_{Y \in \Omega} \Rightarrow U^*, \qquad (1.17)$$

решение которой U^* является оптимальным управлением.

Способы решения задачи (1.17) существенно зависят от структуры модели объекта F.

Если объект статический, т.е. F — функция, то получаем задачу математического программирования, если же — динамический, т.е. F — оператор, то решают вариационную задачу.

7. Реализация управления, т.е. оптимального решения C^*, полученного на предыдущем этапе. Реализовав управление и убедившись, что цель управления не достигнута, возвращаются к одному из предыдущих этапов. Даже в лучшем случае, когда поставленная цель достигнута, необходимость обращения к предыдущему этапу вызывается изменением состояния среды X или сменой цели управления Z^*.

Таким образом, при благоприятном стечении обстоятельств обращаются к этапу синтеза управления, где определяется новое состояние, которое отражает новую ситуацию, сложившуюся в среде. Так функционирует базовый контур управления сложных объектов.

1.4 Системный подход и системный анализ

Для анализа сложных объектов и процессов используют системные направления, включающие в себя: системный подход, системные исследования, системный анализ (системологию, системотехнику и т. п.).

Системный подход. Этот термин начал применяться в первых работах, в которых элементы общей теории систем использовались для практических приложений. Используя этот термин, подчеркивали необходимость исследования объекта с разных сторон, комплексно, в отличие от ранее принятого разделения исследований на физические, химические и др.

Оказалось, что с помощью многоаспектных исследований можно получить более правильное представление о реальных объектах, выявить их новые свойства, лучше определить взаимоотношения объекта с внешней средой, другими объектами. Заимствованные при этом понятия теории систем вводились нестрого, не исследовался вопрос, каким классом систем лучше отобразить объект, какие свойства и закономерности этого класса следует учитывать при конкретных исследованиях и т.п.

Иными словами, термин «системный подход» практически использовался вместо терминов «комплексный подход», «комплексные исследования».

Системные исследования. В работах под этим названием понятия теории систем используются более конструктивно: определяется класс систем, вводится понятие структуры, а иногда и правила

ее формирования и т. п. Это был следующий шаг в системных направлениях. В поисках конструктивных рекомендаций появились системные направления с разными названиями: системотехника, системология и др. Для их обобщения стал применяться термин «системные исследования». Часто в работах использовался аппарат исследования операций, который к тому времени был больше развит, чем методы конкретных системных исследований.

Системный анализ. Термин «системный анализ» впервые появился в связи с задачами военного управления в исследованиях RAND Corporation (1948), а в отечественной литературе получил широкое распространение после выхода в 1969 г. книги С. Оптнера «Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем».

Этот термин в процессе развития системного анализа применялся неоднозначно. В одних источниках он определяется как «приложение системных концепций к функциям управления, связанным с планированием» [21]. В других — как синоним термина «анализ систем» (Э. Квейд [20]) или термина «системные исследования» (С. Янг). Однако независимо от того, применяется он только к определению структуры целей системы, к планированию или к исследованию системы в целом, включая и функциональную, и обеспечивающую части, работы по системному анализу существенно отличаются от рассмотренных выше тем, что в них всегда предлагается методология проведения исследований, делается попытка выделить этапы исследования и предложить методику выполнения этих этапов в конкретных условиях. В этих работах всегда уделяется особое внимание определению целей системы, вопросам формализации представления целей. Некоторые авторы даже подчеркивают это в определении: системный анализ — это методология исследования целенаправленных систем (Д. Киланд, В. Кинг).

В начале работы по системному анализу в большинстве случаев базировались на идеях теории оптимизации и исследования операций. При этом особое внимание уделялось стремлению в той или иной форме получить выражение, связывающее цель со средствами, аналогичное критерию функционирования или показателю эффективности, т.е. отобразить объект в виде хорошо организованной системы.

Так, например, в ранних руководящих материалах по разработке автоматизированных систем управления (АСУ) рекомендовалось цели представлять в виде набора задач и составлять матрицы, связывающие задачи с методами и средствами достижения. Правда, при практическом применении этого подхода довольно быстро выяснялась его недостаточность, и исследователи стали прежде всего обращать внимание на необходимость построения моделей, не просто фиксирующих цели, компоненты и связи между ними, а позволяющих накапливать информацию, вводить новые компоненты, выявлять новые связи и т.д., т.е. отображать объект в виде развивающейся системы, не всегда предлагая, как это делать.

Позднее системный анализ начинают определять как «процесс последовательного разбиения изучаемого процесса на подпроцессы» (С. Янг) и основное внимание уделяют поиску приемов, позволяющих организовать решение сложной проблемы путем расчленения ее на подпроблемы и этапы, для которых становится возможным подобрать методы исследования и исполнителей. В большинстве работ стремились представить многоступенчатое расчленение в виде иерархических структур типа «дерева», но в ряде случаев разрабатывались методики получения вариантов структур, определяемых временными последовательностями функции.

В настоящее время системный анализ является наиболее конструктивным направлением системных исследований и развивается как методология решения сложных слабоструктурированных про-

блем в любой области человеческой деятельности, в том числе в технике, экономике и управлении.

В связи с использованием термина «слабоструктурированная проблема» дадим определение понятию «проблема » и рассмотрим кратко существующую классификацию проблем.

Проблема (от греч. problema - задача) – противоречивая ситуация, требующая разрешения.

Научная проблема – противоречивая ситуация, выступающая в виде противоположных позиций в объяснении каких-либо явлений и требующая адекватной теории для ее разрешения.

Практическая проблема – ситуация несоответствия желаемого и действительного, требующая разрешения [30].

Все проблемы делятся на хорошо структурированные, плохо структурированные и слабо структурированные.

Хорошо структурированной называется такая проблема, которая может быть формализована, т.е. описана в виде математической модели, связывающей цель со средствами ее достижения в виде критерия эффективности либо другого критерия функционирования системы, который может быть представлен сложным уравнением или системой уравнений.

Таким образом, решение проблемы сводится к решению математической задачи, как правило, оптимизационной. Примерами хорошо структурированных проблем являются уже упоминавшиеся задачи теории оптимального управления, исследования операций и теории принятия решений, а примером формализованных методов является математический аппарат этих типов задач [28,29].

Плохо структурированной называется такая проблема, которая не может быть сведена к формализованной постановке вследствие недостаточных знаний о ситуации, лежащей в основе проблемы. Примерами плохо структурированным проблем являются

проблемы творческой деятельности, в том числе инновационной, а также проблемы взаимоотношения между людьми. В основе решения плохо структурированных проблем лежат эвристические процедуры либо практический опыт.

Слабо структурированной называется проблема, сочетающая свойства как хорошо, так и плохо структурированных проблем. К числу наиболее актуальных слабоструктурированных проблем относятся проблема принятия оптимальных решений и их реализация применительно к управлению большими организационно-техническими системами, к которым относятся и предприятия аэрокосмического двигателестроения.

Применительно к предприятиям такого типа проблема принятия и реализации оптимального решения в задачах управления сводится в основном к проблемам планирования, учета и диспетчирования. В связи с усилением внимания к программно-целевым принципам в планировании в 80-90-х годах XX века термин «системный анализ» стал практически неотделим от терминов «целеобразование» и «программно-целевое планирование и управление» [36]. В работах этого периода системы анализируются как целое, рассматривается роль процессов целеобразования в развитии целого, роль человека. При этом оказалось, что в системном анализе не хватает средств интеграции: развиты в основном средства расчленения на части, но почти нет рекомендаций, как при расчленении не утратить целое (эта проблема получила название «проблема синтеза»).

Поэтому в настоящее время наблюдается усиление внимания к роли неформализованных методов при проведении системного анализа и сочетанию этих неформализованных методов с формализованными.

Актуальность проблемы сочетания формальных и неформальных методов при проведении системного анализа применительно к

процедурам принятия решений обусловлена тем, что эти методы являются научной основой оптимального управления большими производственными объектами, к которым относятся и предприятия аэрокосмического двигателестроения.

В связи с этим в следующей главе данного учебного пособия рассматриваются основы современной технологии принятия решений на базе системного анализа, а ее реализация применительно к управлению предприятиями аэрокосмического двигателестроения составляет содержание раздела 2.2 следующей главы.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем смысл использования понятия «система»?
2. Приведите примеры простых и сложных систем.
3. Дайте классификацию систем по степени организованности.
4. Сформулируйте сущность кибернетического подхода к описанию функционирования целенаправленных объектов
5. Что такое рефлексное управление, его достоинства и недостатки?
6. Что такое нерефлексное управление, его преимущества перед рефлексным?
7. Дайте определение понятия «проблема», приведите примеры проблем.
8. Дайте классификацию проблем, приведите примеры.
9. Каковы основные направления исследования систем?
10. Что такое системный анализ, в чем его назначение?

11. Что в системном анализе понимается под проблемой?
12. Какие типы проблем различают в системном анализе?
13. Что называют хорошо структурированной проблемой, приведите примеры таких проблем?
14. К какому типу Вы бы отнесли проблему эффективного управления промышленным предприятием, объясните почему?
15. Сформулируйте особенности системного подхода к изучению сложных объектов.

2 СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ КАК МЕТОДОЛОГИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УПРАВЛЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЕМ

2.1 Основные этапы системного анализа, их назначение и взаимосвязь

Основываясь на основных оригинальных работах в области системного анализа применительно к проблеме принятия решений в управлении авиадвигателестроительным предприятием, рассмотрим методологию проведения системного анализа, выделяя следующие семь взаимосвязанных этапов.

- Этап 1 – формирование понимания проблемы.
- Этап 2 – формирование дерева целей.
- Этап 3 – разработка альтернатив, т.е. вариантов и средств достижения поставленных целей.
- Этап 4 – выявление потребных ресурсов и ограничений в них.
- Этап 5 – анализ взаимовлияния целей, альтернатив и ресурсов.
- Этап 6 – процедура принятия решения.
- Этап 7 – реализация принятого решения.

В значительной мере данная классификация этапов системного анализа совпадает с классификацией, приведенной в работе А. Холла [47].

На рис. 2.1 указаны взаимосвязи между вышеназванными этапами.

Между этапами «Формирование понимания проблемы» и «Формирование дерева целей» существует двухсторонняя связь. Недаром в ряде работ их меняют местами, а некоторые авторы эти два этапа объединяют в один. Это объясняется тем, что нельзя сформулировать генеральную цель, не имея каких-то представлений об условиях, при которых будет осуществляться ее реализация.

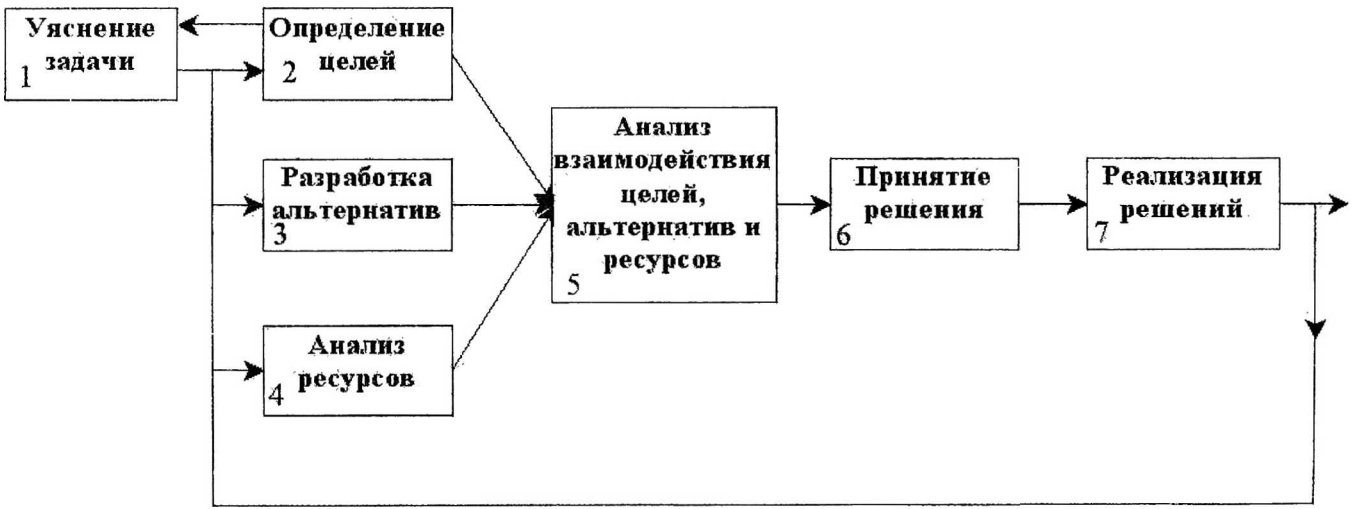


Рис. 2.1. Взаимосвязь этапов системного анализа

Эти представления могут быть достаточно приближенными, но, тем не менее, они позволяют сформулировать первоначальный вариант генеральной цели, пусть даже в виде некоторой декларации о намерениях.

С другой стороны, весь процесс принятия решения определяется сформулированной генеральной целью, т.е. уже на первых шагах выполнения первого этапа необходимо иметь в виду ту генеральную цель, на достижение которой должно быть направлено искомое принятие решения.

Таким образом, первые два этапа системного анализа основаны на рекурсивных процедурах обмена информацией и в значительной степени протекают параллельно.

Параллельно с этапами 1 и 2 выполняются этапы 3 и 4 «Разработка альтернатив» и «Анализ ресурсов». В свою очередь, результаты выполнения этапов 2,3 и 4 являются исходной информацией для выполнения этапа 5 «Анализ взаимовлияния целей, альтернатив и ресурсов». Ключевой этап 6 «Принятие решения» выполняется с использованием результатов этапа 5, а завершающий этап «Реализация решения» связан обратной связью с этапом 2 «Определение целей».

Такая последовательность этапов системного анализа применительно к управлению промышленным предприятием является наиболее эффективной, в связи с чем нарушение этой последовательности приводит к снижению эффективности процесса управления.

2.2 Содержание этапа «Формирование понимания проблемы»

Этот этап характеризуется тем, что превращает изначально неопределенную ситуацию в набор сведений, позволяющих сформулировать цели, определяющие весь процесс решения проблемы.

Таким образом, уяснение задачи начинается со сбора сведений, касающихся анализируемой проблемы. На начальных фазах про-

цесса понимания проблемы требуется исследовать все аспекты, относящиеся к проблеме.

Для упорядочения процедур проводимого анализа рекомендуется все «окружение» анализируемой проблемы делить на три группы:

а) физическое и техническое;

б) экономическое;

в) социальное.

Физическое и техническое окружение включает: существующие системы, используемые в них методы, достигнутый уровень технического и технологического развития, природное окружение и т.д.

К экономическому окружению относятся экономические условия для анализируемой проблемы.

К социальному окружению анализируемой проблемы относятся общественные и индивидуальные человеческие факторы.

Для формализации проблемы на данном этапе следует выполнить следующее.

1. Перечислить все параметры входные, выходные, управляющие, состояния в отдельных списках по системе в целом и по каждой из выделенных на данном этапе ее подсистем.
2. Описать полностью каждый параметр с учетом выявленных ограничений.
3. Провести классификацию выделенных параметров, например, в зависимости от того, несут ли они информацию, энергию или материалы.

Для правильного определения генеральной цели и дерева целей необходимо осуществлять прогнозирование состояния проектируемой системы на некоторый момент времени.

В связи с этим обычно вводят понятие пространства ситуаций C, которое образовано параметрами объекта управления и опреде-

ляет состояние системы на текущий момент времени t. На этой основе формируется упрощенная имитационная модель объекта управления, исследование которой и обеспечивает получение информации, необходимой для успешного выполнения этапа 2 «Формирование дерева целей».

2.3 Содержание этапа «Формирование дерева целей»

Как уже отмечалось выше, определение целей является центральным этапом методологии системного анализа.

Поскольку глобальную цель обычно не удается непосредственно связать со средствами ее достижения, то осуществляется декомпозиция генеральной цели на более мелкие, локальные цели, позволяющие выявить средства их достижения. Поэтому центральным методом системного анализа стал метод поэтапного расчленения генеральной цели на составные элементы, названный методом построения дерева целей.

Как известно, «дерево» в теории графов – связный граф, не имеющий циклов. «Дерево» можно определить также как множество A, на котором задано отношение древесного порядка.

Типичная иерархическая структура дерева целей приведена на рис. 2.2.

Элементы дерева на рис. 2.2 называются также вершинами графа, а стрелки, соединяющие вершины, – дугами графа.

Для древовидной структуры характерно то, что в каждую вершину, кроме a_0, входит единственная дуга и из каждой вершины выходит несколько дуг.

Вершины, над которыми вершина a_i непосредственно доминирует, называются ее окрестностью. Окрестность корня (нулевой уровень иерархии) образует первый уровень (ярус) вершин дерева. Окрестности всех вершин первого уровня образуют второй уровень и т.д.

Дерево является удобным средством для представления существующих в системе иерархий. Корень дерева отождествляется со всей системой, а уровни дерева с подсистемами и элементами.

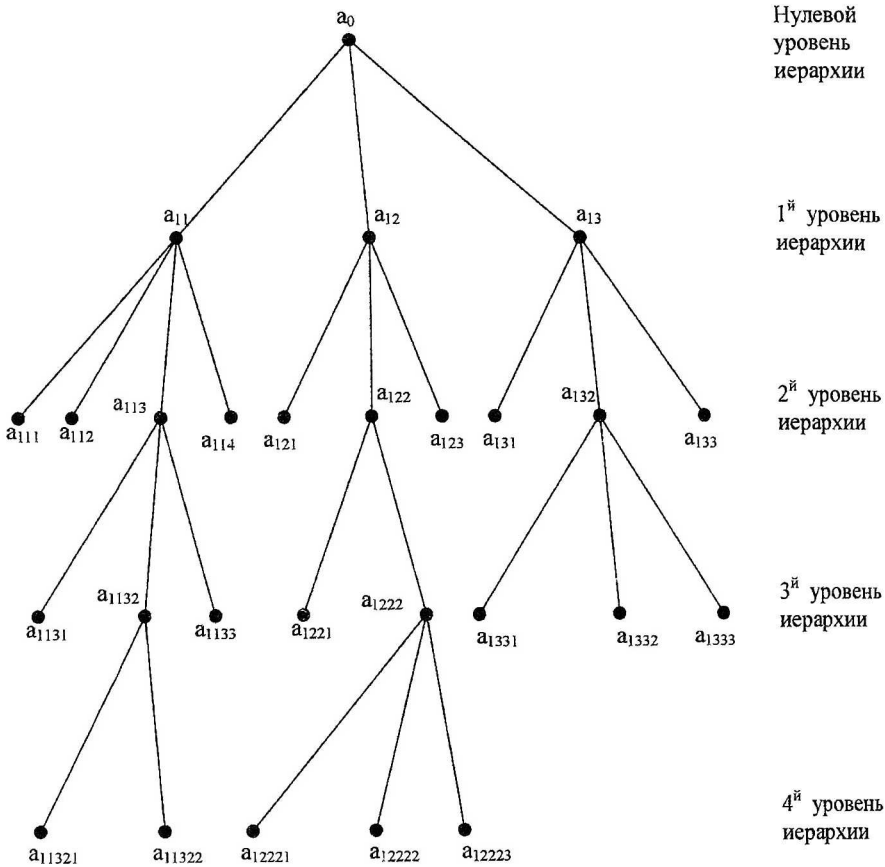


Рис. 2.2. Типичная иерархическая структура дерева целей

Аналогичным образом строится и дерево целей, где корень дерева соответствует генеральной цели, а остальные вершины относятся к подцелям. Причем по мере опускания по уровням дерева цели становятся более мелкими.

Разбиение генеральной цели на подцели продолжается до тех пор, пока не появляется возможность связать цели нижних уровней

дерева со средствами и ресурсами, обеспечивающими выполнение этих целей.

Таким образом, одна из главных задач построения дерева целей – установление полного набора средств, обеспечивающих достижение поставленной генеральной цели, и выявление связей между этими средствами.

Следует отметить, что как формулировка целей, так и процесс построения дерева целей являются процессами творческими, относящимися к неформальной части системного анализа.

Непременным условием эффективного применения вышеперечисленных принципов и подходов к построению дерева целей является наличие глубоких профессиональных знаний и опыта аналитика.

Несмотря на то что дерево целей формируется на сугубо эвристической основе, при реализации метода построения дерева целей можно выделить два этапа:

1) построение первоначального варианта дерева целей;
2) определение коэффициента относительной важности его отдельных элементов и формирование окончательного варианта дерева целей.

Первый этап можно разбить на подэтапы, предусматривающие выбор:

1) принципа построения дерева целей;
2) принципа построения элементов на каждом уровне;
3) глубины детализации;
4) взаимосвязей между элементами.

На втором этапе можно выделить следующие подэтапы:

1) выбор критериев оценки целей;
2) ранжирование критериев;
3) расчет коэффициентов относительной важности дерева целей

и уточнение дерева на основе результатов проведенного анализа.

Для построения дерева целей обычно проверяется выполнение определенных условий, к которым относятся:

- ***соподчиненность*** – цели нижнего уровня должны быть подчинены целям более высокого уровня, представлять собой их составляющие (элементы), вытекать из них, обеспечивать их достижение.
- ***сопоставимость*** – на каждом иерархическом уровне должны располагаться цели, сопоставимые по масштабу и значимости.
- ***полнота*** – система целей должна включать всю совокупность целей, вытекающих из соответствующей генеральной цели.
- ***взаимоувязанность*** – в системе целей не могут присутствовать изолированные, т.е. цели, не связанные ни с какими другими целями.
- ***реальность*** – цели должны быть достижимыми с точки зрения имеющихся возможностей и ресурсов.

Для того чтобы перейти от целей к средствам их достижения, необходимо детально уяснить характер взаимосвязей между целями.

Можно выделить три вида взаимозависимостей между целями одного уровня:

1) взаимодополнение целей – цель V_l достигается только в случае достижения цели V_k и наоборот;
2) безразличие целей – цель V_l достигается независимо от достижения цели V_k;
3) конкурентность целей – ограниченное количество ресурсов может быть направлено на достижение либо цели V_l, либо цели V_k.

Взаимозависимость целей одного уровня учитывают с помо-

щью коэффициентов взаимной полезности КВП. Эти коэффициенты определяются на основе экспертных оценок. В табл. 2.1 дан условный пример определения коэффициентов взаимной полезности целей V_1, V_2, ... V_k ... V_n одного уровня дерева целей.

Таблица 2.1. Коэффициенты взаимной полезности целей $k^{вп}$

Цель	V_1	:	V_k	:	V_n
V_1	1,0	:	0,3	:	0
...	...	...	...	...	...
V_l	0,7	:	1,0	:	0,9
...	...	...	...	...	...
V_n	0,4	:	0	:	1,0

В табл. 2.1 на пересечении строки V_l и столбца V_k проставляют значение коэффициента, показывающего влияние столбца на элемент строки $k^{вп}$. Так, значение коэффициента $k_{12}^{вп}$ (равное 1,0) означает, что реализация элемента столбца автоматически обусловливает реализацию элемента строки.

Из табл. 2.1 видно, что цель V_k не влияет на реализацию цели V_n, а реализация цели V_n – на реализацию цели V_k, т.к. соответствующие значения коэффициентов равны нулю.

Для того чтобы выявить характер взаимосвязей между целями различных уровней и определить влияние каждой из них на достижение генеральной цели, в рассмотрение вводят коэффициенты относительной важности целей W.

Для расчета коэффициентов относительной важности обычно используют две группы критериев:

1. критерии оценки элементов данного уровня дерева целей с точки зрения их вклада в достижение целей более высокого уров-

ня, т.е. данная группа критериев должна дать ответ на вопрос: «Насколько данная подцель важна для цели вышележащего уровня?»;

2. критерии оценки подцелей с позиции возможности их реализации; к этой группе относят ресурсные критерии и критерии условной реализации отдельных элементов.

Число и конкретное содержание отдельных критериев в каждом частном случае зависят от специфики рассматриваемой проблемы. Пусть известны коэффициенты относительной важности W_j (j=1,...n_{jm})) на m-м уровне иерархии дерева целей. Если цель рассматривается с точки зрения удовлетворения χ–критерия, причем известны оценки весов критериев $U_{\chi g}$, сделанные отдельными экспертами g (g = 1,...G), то расчет коэффициентов относительной важности W_i (i=1,...n_{im+1}) на m+1 уровне иерархии дерева целей протекает в такой последовательности:

1. Определяются суммарные коэффициенты относительной важности i-го элемента рассматриваемого уровня иерархии дерева целей по всем критериям с учетом весов последних:

$$K_{ijg} = \sum_{\chi=1}^{\upsilon} U_{\chi g} \cdot k_{ijg}^{\chi} \ , \qquad (2.1)$$

где k_{ijg} – суммарный коэффициент относительной важности i-го элемента для достижения целей j-го элемента, назначенный g-м экспертом; k_{ijg}^{χ} – значение коэффициента относительной важности i-го элемента рассматриваемого уровня иерархии дерева целей m+1 для достижения j-го элемента вышележащего уровня иерархии дерева целей m по χ-му критерию, назначенные g-м экспертом.

2. Используя известные значения коэффициента W_j (j=1,…n_{jm}) на вышележащем уровне иерархии, рассчитывается коэффициент относительной важности W_{jg} для достижения целей всех элементов следующего, более высокого уровня иерархии дерева целей, которые детализируют i-й элемент с учетом их коэффициентов относительной важности для g-го эксперта:

$$W_{ig} = \sum_{j=1}^{n_j - n_m} k_{ijg} W_j , \qquad (2.2)$$

где n_j – количество целей вышележащего уровня; W_j – значение коэффициентов относительной важности j-й цели вышележащего уровня.

Естественно, что в корне дерева целей на самом верхнем уровне $W_j = W_0 = 1$.

3. Определяется коэффициент относительной важности целей рассматриваемого уровня с учетом их взаимной полезности W_{ig}^{B}:

$$W_{ig}^{ВП} = W_{ig} \cdot K_{ig}^{ВП} , \qquad (2.3)$$

где $K_{ig}^{ВП}$ – находится из матрицы коэффициентов взаимной полезности (см. табл. 2.1), составленной g-м экспертом. Величина $K_i^{ВП}$ определяется как сумма коэффициентов, расположенных в i-м столбце. Так, например, для табл. 2.1

$$K_1^{ВП} = 1 + ... 0{,}7 + ... 0{,}4 .$$

4. Производится нормировка W_{ig}^{B} единицей:

$$\overline{W}_{ig}^{ВН} = \frac{W_{ig}^{ВП}}{\sum_{i=1}^{n_i} W_{ig}^{B}} . \qquad (2.4)$$

5. Рассчитываются окончательно средние значения коэффициентов относительной важности W_i с учетом компетентности отдельных экспертов:

$$W_i = \frac{\sum_{g=1}^{G} W_{ig}^{BH} \cdot h_g}{\sum_{g=1}^{G} h_g}, \qquad (2.5)$$

где h_g – «вес» g-го эксперта.

На следующем, нижележащем уровне иерархии дерева целей процедура повторяется.

Степень важности каждой цели для выполнения поставленной генеральной цели, определяемая полученными коэффициентами относительной важности, является необходимой информацией для лиц, планирующих достижение поставленных целей, так как позволяет при ограниченности ресурсов отбирать цели, требующие достижения в первую очередь.

Рассмотренный подход к оценке относительной важности и последующему выбору для практической реализации наиболее актуальных подцелей исключает ориентацию на одну, пусть даже очень важную цель, и предполагает их совместное рассмотрение, что в значительной степени снижает просчеты планирования.

2.4 Содержание этапа «Разработка альтернатив»

Поскольку цели неотделимы от средств их достижения, то следующим после этапа «Определение конечных целей» является этап, основным содержанием которого является разработка альтернативных вариантов реализации поставленных целей.

На этом этапе одной из главных особенностей системного анализа является поиск новых альтернатив. В связи с этим в руководствах по системному анализу часто подчеркивается, что бизнес-

аналитик мог бы принести значительно большую пользу, если бы занимался не подробной оценкой очевидных путей достижения целей, а поиском новых, подчас неочевидных и неожиданных альтернатив.

Рассмотрим некоторые аспекты, связанные с поиском альтернатив для случая, когда генеральной целью является формирование сложной организационно-технической системы, например, авиадвигателестроительного предприятия. В этом случае этап разработки альтернатив связан с решением принципиальных вопросов, относящихся к структурной организации и процессам функционирования создаваемой сложной системы.

В соответствии с общей схемой системного подхода, изложенной в разделе 2.1, при разработке различных вариантов (альтернатив) обычно поиск осуществляется по следующим фазам:

Элемент → структура → функционирование.

При проработке первых двух фаз создается морфологическое описание системы и проводится структурный анализ, включающий:

- выделение существенных элементов и параметров;
- выбор адекватных соотношений между ними;
- построение структурных моделей, т.е. структур, получаемых на подмножествах выделенных элементов с учетом различных отношений; чаще всего в качестве таких структурных моделей используются графы.

Следующая после структурной фазы следует фаза, связанная с разработкой функциональных аспектов проектируемой системы.

На начальных этапах проектирования одну их наиболее сложных и ответственных проблем представляет разработка оптимальных принципов функционирования системы. При этом с учетом выполнения поставленных целей формулируются:

- перечень задач, посредством решения которых осуществляется реализация элементов дерева целей;
- распределение функций между органами управления различных уровней;
- объемы, виды, формы и сроки представления информации между объектами системы;
- критерии и показатели эффективности функционирования системы.

На дальнейших стадиях разработки важное значение приобретает отработка конкретных вопросов выполнения функций управления. Для этого разрабатываются модели функционирования отдельных элементов системы, которые объединяются в единую функциональную модель всей системы, позволяющую исследовать ее поведение во времени и во всевозможных ситуациях.

Наиболее подходящим инструментом для таких исследований являются уже упоминавшиеся ранее имитационные модели.

2.5. Содержание этапа «Анализ ресурсов»

Содержание этапа «Анализ ресурсов» заключается в выявлении:

1) потребных ресурсов по процессам жизненного цикла;
2) ограничений по отдельным видам ресурсов;
3) возможности замещений ограниченных видов ресурсов.

Основным подходом к анализу ресурсов является оценка потребных ресурсов для полного жизненного цикла системы: от формулировки концепции системы в виде технического задания до снятия ее с эксплуатации.

Схематическое изображение последовательности переходов, фаз и стадий «жизненного цикла» системы представлено в табл. 2.2.

В соответствии со структурой жизненного цикла системы вводят три ресурсные категории:

1) исследовательские, включающие подробные ресурсы от момента формулировки концепции до ее реализации;
2) производственные, включающие потребные ресурсы от момента формулировки концепции до ее реализации;
3) эксплуатационные, учитывающие потребность в ресурсах для эксплуатации, обеспечения и ремонта оборудования за весь период функционирования системы.

При этом в каждой категории надо учитывать различные виды ресурсов: энергетические, материальные, людские, информационные, финансовые и т.д.

Анализ ресурсов основан на использовании моделей расхода этих ресурсов. Обычно модели расхода ресурсов выражаются стоимостью как универсальной шкалой измерения ресурсов. Однако для дефицитных видов ресурсов она может быть выражена также в натуральном виде.

Различают статическую и кинематическую модели расхода ресурсов.

Статическая модель расхода ресурсов разрабатывается в виде матрицы, строки которой содержат расход ресурсов на подсистему $S = \{S_i\},\ i = 1,...m$ в r-м процессе «жизненного цикла» $(r=1,2,...n)$, а столбцы – расход ресурсов за r-й процесс в i-й подсистеме:

$$\left.\begin{array}{l} c_{11}\ c_{12}\ \ldots c_{1r}\ \ldots c_{1n} \\ c_{21}\ c_{22}\ \ldots c_{2r}\ \ldots c_{2n} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ c_{p1}\ c_{p2}\ \ldots c_{pr}\ \ldots c_{pn} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ c_{m1}\ c_{m2}\ \ldots c_{mr}\ \ldots c_{mn} \end{array}\right\}. \qquad (2.6)$$

Так как объединение подсистем в систему связано с дополнительными расходами, то суммарный расход ресурсов на систему за процесс составит:

$$c_r = a_r \sum_{p=1}^{m} c_{pr}\,, \tag{2.7}$$

где α_r – коэффициент синтеза за r-й процесс.

Расход ресурсов на систему за весь жизненный цикл системы записывается в виде

$$c = \sum_{r=1}^{n} a_r \sum_{p=1}^{m} c_{pr}\,. \tag{2.8}$$

В кинематической модели расхода ресурсов процессы жизненного цикла выражены в зависимости от времени (рис. 2.2):

$$c(t) = \sum_{r=1}^{n} c_r(t), \tag{2.9}$$

где $c(t)$ – интегральные затраты ресурсов за t лет,

$$c_r(t) = \int_0^t c_r(t)dt\,, \tag{2.10}$$

$c_r(t)$ – текущие затраты ресурсов в r-м процессе «жизненного цикла» за t лет.

На основе построения кинематической модели (рис. 2.3) выявляются «пики» в потребных ресурсах, которые при жестких ограничениях на ресурсы могут оказаться существенными для достижения поставленных целей в заданные сроки.

Таблица 2.2. Последовательность стадий жизненного цикла системы

Период	**Стадия ЖЦ**	**Стадия**
Создание системы	Проектирование	Техническое задание Технические предложения Эскизный проект Рабочий проект Технический проект

	Опытное производство	Создание опытного образца системы Доводка системы
	Серийное производство	Организация серийного производства Модернизация серийного производства
Использование системы	Эксплуатация	Текущее обслуживание Ремонт Модернизация

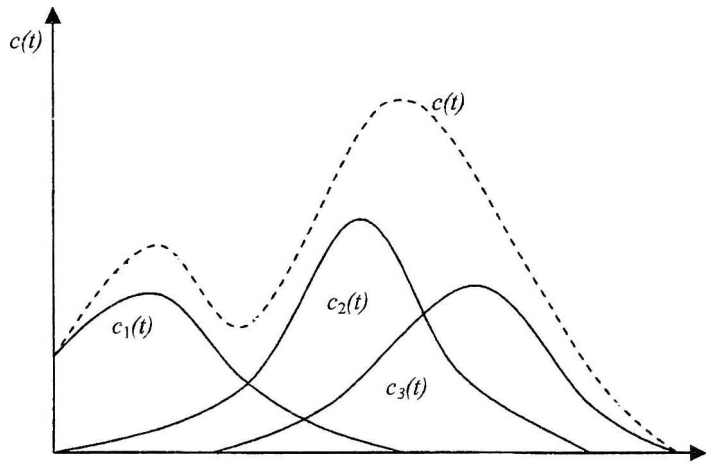


Рис. 2.3. Кинематическая модель расхода ресурсов

2.6 Содержание этапа «Анализ взаимовлияния целей, альтернатив и ресурсов»

Альтернативы, разработанные на предыдущих этапах системного анализа, должны быть проанализированы на выбор наиболее эффективных вариантов с точки зрения достижения поставленных целей. Этот анализ (цель которого – сократить количество альтернативных вариантов до минимума) и составляет содержание данного этапа.

Выбор наиболее эффективных вариантов успешнее всего осуществлять на основе анализа поведения создаваемой системы в процессе ее функционирования.

При этом более предпочтительными будут те варианты, которые обеспечивают наилучшее функционирование системы с позиции достижения поставленных целей.

Для оценки эффективности предлагаемых альтернатив с учетом взаимовлияния на них целей и ресурсов требуется выбрать соответствующие критерии.

Выбор критериев сам по себе является одним из самых важных и сложных этапов системного анализа, во многом определяющим как целесообразность его использования, так и успешность достижения поставленных целей.

Эффективность сложной системы, как правило, не удается в полной мере характеризовать одним каким–то критерием, поэтому обычно используется множество критериев, связанных как с создаваемой системой, так и с целями, для достижения которых создается данная система.

При этом, чем более сложной является система и чем более полно нужно ее характеризовать, тем большее число критериев входит в упомянутое выше множество.

Возможные типы критериев приведены в табл. 2.3. Если большинство технических параметров эффективности системы достаточно просто оценить количественно (например, экономичность, надежность, стоимость и т.д.), то параметры, характеризующие социальные, эстетические, психологические, политические стороны эффективности, зачастую не поддаются непосредственному измерению. Поэтому каждый критерий определяется соответствующей шкалой измерения, позволяющей в зависимости от имеющейся информации задать функцию меры.

Под шкалой понимается упорядоченная тройка

$$\left\langle \Omega, R^{\omega}, R^{A} \right\rangle , \qquad (2.11)$$

где $\Omega=\{\omega\}$ – эталонное множество, R^{ω} - отношение на Ω; R^{A} – отображение множества измеряемых объектов $A=\{\alpha_i\}$, $I=1,\ldots l\ldots n.$ на эталонное множество Ω.

Шкалы различаются по типу отношения R^{ω} на эталонном множестве Ω. Обычно выделяют следующие типы шкал:

- номинальные;
- порядковые;
- количественные.

Структура отношений R^{ω} на эталонном множестве Ω для перечисленных шкал приведена в [26,27].

В данном разделе лишь отметим, что если номинальные шкалы дают возможность группировать критерии в классы эквивалентности без упорядочения их в пределах этих классов, то порядковые шкалы позволяют проводить ранжировку критериев по их важности в соответствии с предпочтениями, задаваемых отношением R^{ω}.

Количественные шкалы дают возможность установить степень предпочтительности критериев посредством числа.

Различные реализации возможных шкал приведены в табл. 2.4.

При анализе взаимовлияния целей, альтернатив и ресурсов обычно является ситуация, когда критерии K_i из их совокупности $\{K_i\}$, $i=1,\ldots m$ могут рассматриваться на различных шкалах.

Эта совокупность критериев обычно рассматривается как векторный критерий

$$K=\{K_i\},\ i=1,\ldots m.$$

В общем случае последовательность действий, выполняемых на этапе «Анализ взаимодействия целей, альтернатив и ресурсов»,

может быть представлена следующим образом:

1) разрабатываются модели ситуаций и операций, выполняемых в этих ситуациях системой;
2) формируются критерии эффективности системы;
3) выбираются шкалы измерений критериев;
4) проводится имитационное моделирование системы;
5) выявляются неопределенности, обусловленные как стохастическим характером части входных параметров, так и погрешностью моделирования элементов системы и системы в целом; анализируется влияние этих неопределенностей на результаты расчетов;
6) проводится анализ системы в целом с учетом результатов моделирования.

В результате проведения этого анализа производится отбор альтернатив с учетом всех имеющихся ограничений, обеспечивающих наиболее эффективную реализацию поставленных целей.

Таблица 2.3. Типы критериев

Класс	Группа критериев	Основной критерий
Технические критерии	Тяга Масса Экономичность Габариты Эксплуатационные показатели	Тяга ГТД при номинальном числе оборотов ротора Сухая масса ГТД Удельный расход топлива ГТД Поперечная модель ГТД Ресурс и надежность ГТД
Технико-экономические критерии	Стоимость Инвестиции Доход Прибыль Амортизационные отчисления	Стоимость создания ГТД Стоимость изготовления серийного ГТД Стоимость эксплуатационных расходов на один ГТД

Социальные и социологические критерии	Юридические нормы Жизненный уровень Экологический фактор Социальные условия труда	Уровень правовой защищенности Уровень зарплаты Условия труда и техника безопасности Обеспеченность жильем
Психологические критерии	Навыки руководства Персональные особенности Поведение в коллективе	Готовность к риску Компетентность порядочность
Эстетические критерии	Привлекательность Узнаваемость Целесообразность	Дизайн формы цвет

Таблица 2.4. Виды шкал критериев

Шкала	Область применения	Примеры применения
Точные числа	Технические и технико-экономические критерии.	Тяга в Ньютонах, удельный расход топлива в кг/(с·Н); Стоимость в рублях
Приближенные	Технико-экономические критерии Социальные и социологические критерии Прогнозы, плановые показатели	Ожидаемый экономический эффект от внедрения НИОКР, в руб. Уровень параметров ГТД к 2010 г. Ожидаемый объем воздушных перевозок к 2010 г.
Относительные числа	Части, доли как относительные величины для всех классов критериев Сравнение того, что должно быть с тем, что получилось Отношение будущего к настоящему	Выполнение плана % Авиационные катастрофы, всего % по сравнению с прошлым годом %, из них связанных с разрушением ГТД, в % Заболеваемость, в % Травматизм, в %

Очки, оценки, баллы	Социальные, социологические и психологические критерии Контроль успеваемости Выставки, спортивные соревнования Общественная деятельность	Рейтинг руководителя или политического деятеля, шахматиста, футболиста … Оценка студента на экзамене; балл с учетом общественной работы и успеваемости при распределении
Словесные оценки	Погода Социальные, социологические и психологические критерии Эстетические критерии Политические оценки	Туманно, пасмурно Со вкусом Уравновешенный Примерный Сомнительный Консерватор (либерал, демократ, неформал и т.д.)

2.7 Содержание этапа «Принятие решений»»

Под принятием решений понимается выбор наиболее предпочтительного решения (способа достижения поставленной цели) из множества допустимых альтернативных решений или некоторое упорядочение этого множества.

В задачах принятия решений особая роль принадлежит лицу, наделенному правом принимать решение, т.е. руководителю. При этом решение, принятое руководителем, является обязательным для исполнителей этого решения. Далее руководителя, наделенного правом принимать решение, будем назвать ***лицом, принимающим решение (ЛПР).***

В задаче принятия решений ЛПР сталкивается с необходимостью выбора одного или нескольких альтернативных вариантов решений (действий, планов поведения). Необходимость проведения выбора обусловлена возникновением проблемной ситуации, в которой имеются два состояния – существующее и желательное, причем имеется ***более одного способа достижения состояния***

(цели). У человека, оказавшегося в такой ситуации, имеется определенная «***свобода выбора***», т.е. существует некоторое количество (конечное или бесконечное) альтернативных вариантов решений, ***выбор среди которых целиком зависит от этого человека***.

Альтернативные варианты различаются результатами (последствиями, исходами), к которым они приводят. Последствия выбора различных вариантов решений характеризуются определенной степенью достижения цели и небезразличны лицу, принимающему решение. При этом у ЛПР имеются ***свои представления*** о достоинствах и недостатках отдельных альтернатив, ***свое собственное отношение*** к последствиям решений при реализации той или иной альтернативы, а, следовательно, и к соответствующим вариантам решений, т.е. у ЛПР существует ***собственная система предпочтений***. Поэтому ЛПР заинтересовано в выборе таких альтернативных вариантов, которые представляются ему наилучшими в соответствии с ***его системой предпочтений***.

Однако в сложных реальных ситуациях представления лица, принимающего решение, обычно оказываются неполными и нечеткими. Они не позволяют ему априори полностью проанализировать различные аспекты последствий сравниваемых вариантов решений, установить их существенность при выборе, сформулировать целостное отношение к альтернативным вариантам о значении и сформулировать критерий выбора.

Другими словами, ***система предпочтений лица, принимающего решения, является слабоструктурированной.***

Именно эта слабая структурированность системы предпочтений, лежащей в основе проводимого выбора, выделяет такие задачи в особый класс – ***задачи принятия решения***.

Принципиальная трудность осуществления выбора в слабоструктурированных задачах принятия решений состоит в неопределенности понятия «наилучший альтернативный вариант». В каж-

дой такой задаче возникает вопрос: «В каком смысле наилучший?» Преодоление этой трудности как раз и представляет собой основную задачу ***нормативной (прескриптивной) теории принятия решений*** – неотъемлемой части системного анализа.

Цель нормативной теории принятия решений состоит в разработке таких методов структуризации задачи принятия решений, которые позволяют ответить на вопросы о том, «Что такое хорошо?» и «Что такое плохо?» в ***данной*** задаче для ***данного*** лица, принимающего решение, и уже затем, на основе этого представления, осуществить сравнение альтернативных вариантов. Лицо, принимающее решение, не только не исключается из такого процесса структуризации, но и принимает в нем непосредственное участие.

Заметим, что основная трудность принятия решения связана с априорным отсутствием таких скалярных показателей, которыми может быть оценено качество альтернативных вариантов решения. Другими словами, основная трудность обусловлена многокритериальным (векторным) характером оценки альтернативных вариантов решений.

Рассмотрим в связи с этим содержание одного из основных способов преодоления этой трудности, который заключается в использовании многокритериальной модели задачи принятия решений.

Многокритериальная модель принятия решений может быть представлена в следующем виде [46]:

$$\langle t, x, K, S, f, P, r \rangle , \qquad (2.12)$$

где t – постановка (тип) задачи; x – множество решений; K – множество критериев; S – множество шкал критериев; f – отображение множества допустимых решений в множество векторных оценок; P – система предпочтений лица, принимающего решение; r – решающее правило.

Рассмотрим содержательные определения элементов модели.

1. Постановка задачи характеризует цели лица, принимающего решение. В зависимости от содержательной постановки задачи может потребоваться, например, найти наиболее предпочтительное решение, полностью упорядочить множество допустимых решений, выделить множество недоминируемых (неподчиненных) решений и т.д.

2. Множество решений X представляет собой совокупность решений, удовлетворяющих в каждой задаче определенным ограничениям и рассматриваемых как возможные способы достижения поставленной цели. Элементы множества X называются также допустимыми решениями, вариантами решений, стратегиями, альтернативами, вариантами и т.п.

В соответствии с изложенной выше методологией в рамках данного раздела будем рассматривать множество допустимых решений X как множество альтернатив.

3. Каждое решение $\bar{x} \in X$ приводит к выбору какого–либо варианта, оцениваемого совокупностью критериев $K_1(\bar{x}), K_2(\bar{x}),...K_m(\bar{x})$, которую можно представить, как уже отмечалось, в виде вектора $\overline{K}(\bar{x}) = \{K_i(\bar{x})\}, i = 1,...m$.

Тогда множество критериев K будет состоять из векторных критериев $\overline{K}(\bar{x}) \in K$.

4. Для каждого из критериев $K_i(\bar{x})$ должна быть задана или построена ***шкала*** S, представляющая собой множество упорядоченных оценок. Шкалы S_1, S_2,…S_m, образующие множество S, могут быть различных типов.

5. Декартово произведение $Y=S_1\times S_2\times\ldots\times S_m$ образует множество векторных оценок, каждое решение измеряется по шкале S_1, S_2,…S_m, т.е. каждому решению $\bar{x} \in X$ ставится в соответствие m-

мерная векторная оценка $S=\{S_i\}$, $i=1,\ldots m$, где S_i – некоторое значение i-го критерия по шкале S_i.

6. Таким образом, множеству допустимых решений X ставится в соответствие множество допустимых векторных оценок $Y \subseteq D$ (посредством отображения $f: X \to D$).

7. Остановимся подробнее на вопросе, связанном с системой предпочтений лица, принимающего решение.

Под системой предпочтений ЛПР будем понимать совокупность обычно неструктурированных (тем более неформализованных) его представлений, связанных с достоинствами и недостатками сравниваемых решений.

В многокритериальной модели система предпочтений задается совокупностью P множеств с отношениями предпочтения.

Отношения предпочтения можно задать, например, следующим образом: решение $\bar{x}_1$ строго более предпочтительнее решения $\bar{x}_2 (\bar{x}_1 > \bar{x}_2)$, если $\overline{K}(\bar{x}_1) > \overline{K}(\bar{x}_2)$, т.е. если среди равенств и неравенств

$$K_i(\bar{x}_1) \geq K_i(\bar{x}_2), i = 1,\ldots m \qquad (2.13)$$

всегда найдется хотя бы одно строгое неравенство. Если же $\overline{K}(\bar{x}_1) = \overline{K}(\bar{x}_2)$, то решение $\bar{x}_1$ и $\bar{x}_2$ будем считать эквивалентными: $\bar{x}_1 \sim \bar{x}_2$.

На практике условие (2.13) выполняется достаточно редко, так как соответствует случаю, когда имеет место согласование ***всех*** критериев, т.е. увеличение одного соответствует увеличению других и наоборот.

Более обычной является ситуация, когда решение, обеспечивающее увеличение значения одного критерия, приводит к уменьшению другого.

Очевидно, что в этом случае принимаемое решение должно основываться на некоторых условиях ***компромисса*** между критериями.

Однако в условиях задачи ***отсутствует*** информация, позволяющая найти такой компромисс. Следовательно, он ***не может быть определен на основе объективных расчетов***, а поэтому решение многокритериальной задачи носит ***субъективный характер***.

При этом в проблеме поиска и принятия решения можно выделить две стадии.

Первой из них является ***объективный анализ*** проблемы, выявление и исследование бесспорных зависимостей, что составляет содержание первых пяти этапов.

Обычно результатом этой стадии является построение ***объективной модели*** и получение на ее основе так называемого ***множества Парето***. К множеству Парето относят те варианты решений, над которыми не доминируют другие варианты с точки зрения всей совокупности критериев (рис. 2.4).

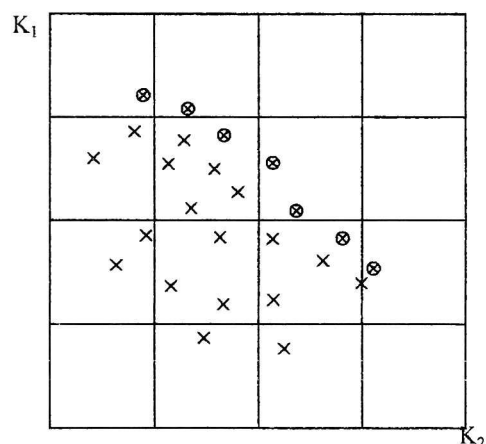


Рис. 2.4.

× - элементы множества допустимых решений,

⊗ - элементы множества Парето

На второй стадии осуществляется выбор ***окончательного варианта решения***. Этот выбор и составляет главное содержание рассматриваемого этапа. Особенностью этого этапа является необходимость найти способ согласования противоречивых критериев. Практика показала, что это нельзя делать строго, в рамках объективной модели.

Каков выход из этой ситуации?

Так как для ЛПР небезразличен выбор соотношений между критериями, то ***именно его предпочтения, его политика*** стали провозглашаться как основа выбора.

Подчеркнем принципиальный характер такого подхода.

Система предпочтений ЛПР основана на его опыте, на его интуиции, на его политике, но эта система предпочтений ***есть точка зрения субъекта*** (иногда группы субъектов), и поэтому она ***субъективна***.

Эта субъективность системы предпочтений является ***единственно возможной основой*** объединения основных параметров проблемы, в том числе противоречивых, в единую модель, позволяющую оценить варианты решений.

Следовательно, ***решение проблемы зависит от личности ЛПР***. Однако эту зависимость не следует понимать в том смысле, что ЛПР принимает решение по принципу «Что хочу, то и ворочу».

В деловых отношениях человек обязан быть ***рациональным***, чтобы иметь возможность убедить других, объяснить другим мотивы своего выбора, логику своей субъективной модели. Поэтому любые предпочтения ЛПР должны находиться в рамках определенной рациональной системы.

8. Решающее правило r (метод принятия решения) представляет собой принцип сравнения векторных оценок и вынесения суждений о предпочтительности одних из них по отношению к другим.

Рассмотрим несколько решающих правил.

А) Сведение векторной оптимизации к скалярной.

Пусть в соответствии с системой предпочтений ЛПР задано строгое предпочтение целевых функций (критериев):

$$K_1 > K_2 > K_3 > ... > K_m$$

Тогда оптимизация производится прежде всего по главному критерию K_1 (стремится превратить его в максимум), а все остальные критерии K_2, K_3, K_m рассматривают как ограничения, потребовав, чтобы они были не меньше каких–то заданных $K_2^{'}, K_3^{'}, K_m^{'}$.

Например, при оптимизации рабочего процесса ГТД можно потребовать, чтобы удельный расход топлива был минимальным, а такие характеристики, как уровень шума, токсичности выброса, себестоимость ГТД были не выше заданных. При таком подходе все показатели, кроме одного – главного, переводятся в разряд заданных условий α.

Диапазон измерений α определяют в процессе диалога с ЭВМ. Если в результате получено единственное решение $\bar{x}^*$ (рис. 2.5), то на этом процедура заканчивается.

Заметим, что процедура свелась к скалярной оптимизации функции векторного аргумента нескольких переменных. Основные методы такой оптимизации изложены в [29].

Если же получено решение типа такого, как представлено на рис. 2.6, то выбор $\bar{x}^*$ из интервала $\Delta\bar{x}_1 \left(x^* \in \Delta\bar{x}_1\right)$ осуществляется с помощью оптимизации целевой функции K_2.

Процесс $x^* \in \Delta\bar{x}_1$ выбора может не закончиться окончательно и при использовании целевой функции K_2, поскольку здесь возможны такие же варианты, как и в случае оптимизации по K_1.

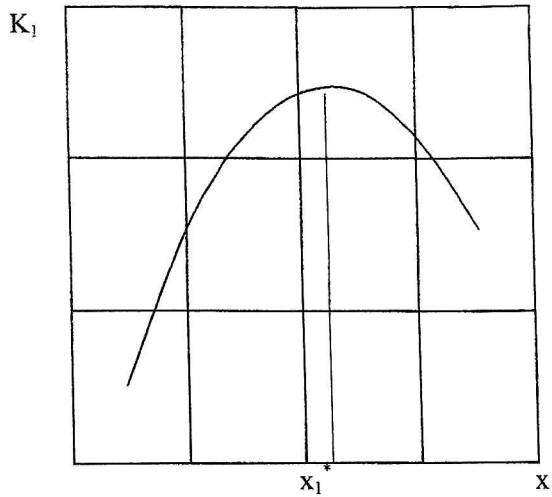


Рис. 2.5.
x – множество допустимых решений

Однако в любом случае мы получаем интервал $\Delta\bar{x}_2$, меньший, чем интервал $\Delta\bar{x}_1\left(\Delta x_2 \subset \Delta x_1\right)$. В этом случае процедура повторяется по оставшимся целевым функциям $\left(K_3,...K_m\right)$ до тех пор, пока не будет определена величина $\bar{x}^*$.

Б) Метод последовательных уступок.

Пусть опять $K_1 > K_2 > K_3 > ... > K_m$.

Сначала ищется решение, обращающее в максимум первый важнейший показатель

$$K_1 = K_1^{\max}.$$

Затем назначается, исходя из практических соображений, некоторая «уступка» ΔK_1, которую мы согласны сделать, чтобы максимизировать второй критерий K_2, т.е. получаем ***искусственное*** множество равнозначных решений типа представленного на рис. 2.6, когда $\bar{x}^* \in \Delta\bar{x}_1$.

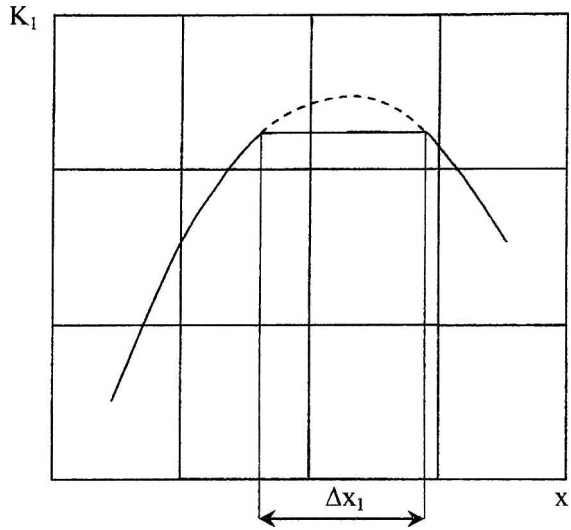


Рис. 2.6.
x – множество допустимых решений

При этом предполагается, что небольшое отступление (например, на 5 или 10%) от оптимума, даже по важнейшим критериям, не приводит к существенному ухудшению решения.

Такое допущение может быть обосновано общими соображениями о приближенном характере моделирования или измерений, если для оптимизации используются экспериментальные данные.

Такой способ построения компромиссного решения хорош тем, что здесь сразу видно, ценой какой «уступки» по одному из критериев приобретается выигрыш в другом, и какова величина этого выигрыша.

2.8 Содержание этапа «Реализация решения»

Этап «Реализация решения» решения применительно к управлению авиадвигателестроительным предприятием включает такие базовые бизнес-процессы, как планирование, организация выполнения планов, учет, контроль и анализ.

Содержание планирования заключается в разработке модели

деятельности, обеспечивающей выполнение принятого решения в заданные сроки.

Применительно к управлению авиадвигателестроительным предприятием планирование сводится к разработке большого количества взаимосвязанных планов на разных иерархических уровнях управления – от стратегических планов и бизнес-планов на высших уровнях управления до сменных заданий рабочим на цеховом уровне.

Содержание бизнес-процесса «организация выполнения плана» включает в себя большое количество мероприятий, основные из которых сводятся к обеспечению всеми видами ресурсов и подготовке производства.

Содержание бизнес-процесса «учет» состоит в сборе информации о фактических результатах, связанных с выполнением планов, содержание контроля сводится к определению расхождения между планом и фактом, а целью анализа является выявление причин расхождения между планом и фактом.

Смысл обратной связи между этапами 7 и 2 на рис. 2.1 состоит в необходимости принятия решения применительно к проблемной ситуации, связанной с расхождением между планируемыми показателями и фактом.

Процедура принятия решения по этой проблемной ситуации идентична уже рассмотренной выше в разделах 2.2…2.8 данной главы учебного пособия.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные этапы системного анализа.
2. Опишите содержание этапа «Формирование понимания проблемы».
3. Что называют деревом целей?
4. Как учитываются взаимовлияния целей?
5. Что называют альтернативой?
6. Опишите содержание этапа «Анализ ресурсов».
7. В чем содержание кинематической модели анализа ресурсов?
8. Как учитываются взаимовлияния целей, альтернатив и ресурсов?
9. Что называют «множеством Парето»? Приведите примеры.
10. Какое влияние оказывает личность руководителя на принимаемые решения?

3 СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В УПРАВЛЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЕМ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ

3.1 Промышленное предприятие как целенаправленная система

В предыдущей главе было показано, что с позиций системного анализа нерефлексное управление основано на использовании имитационной модели объекта управления. Именно такой подход лежит в основе современных методов управления зарубежными наиболее конкурентоспособными промышленными предприятиями, лидерами современной экономики [19,32,46].

В рамках формирования такой модели промышленное предприятие следует рассматривать как динамически взаимодействующую с внешним миром сложную социально-техническую систему, созданную для достижения конкретных целей.

Графический образ системной модели промышленного предприятия, рассматриваемой под таким углом зрения, представлен на рис. 3.1.

В соответствии с рис. 3.1. авиадвигателестроительное предприятие и внешняя среда рассматриваются как две взаимодействующие сложные системы. В соответствии с методологией, изложенной в предыдущих разделах, каждая из этих систем рассматривается как совокупность взаимосвязанных существенных факторов.

Перечень таких факторов, оказывающих наиболее существенное влияние на поведение такой социально-технической системы, представлен в табл. 3.1.

В этой таблице дана, в основном, характеристика факторов внешней среды. Что касается внутренних факторов, то в табл. 3.1 приведены лишь те их них, которые обеспечивают связь предприятия с внешней средой.

Более детальное описание внутренних факторов с точки зрения

управления авиадвигательным предприятием составляет содержание следующего раздела.

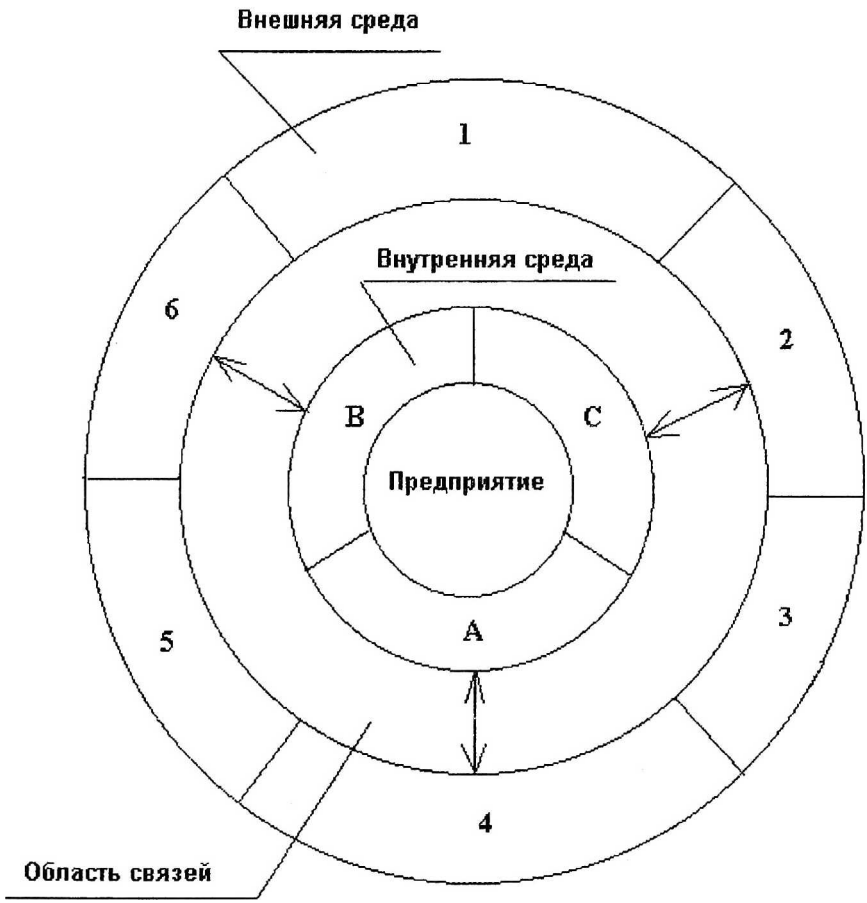


Рис. 3.1. Системная модель промышленного предприятия:
А – миссия; Б – стратегические факторы; С – структурные факторы;
1 – политические факторы; 2 – экономические факторы; 3 – правовые факторы; 4 – социальные факторы; 5 – ресурсные факторы;
6 – технологические факторы

Таблица 3.1. Факторы, влияющие на конкурентоспособность промышленного предприятия

Факторы	Структура факторов
Внешние факторы	
Политические факторы	Законодательство Политическая стабильность Формы собственности
Экономические факторы	Уровень жизни Капитал Поставщики Потребители Конъюнктура Цены
Правовые факторы	Законодательные требования к организации бизнеса, к налогообложению
Социальные факторы	Нормы поведения Уровень образованности
Ресурсные факторы	Люди Природные ресурсы Территория Инфраструктура
Технологические факторы	Развитие науки Развитие технологии
Внутренние факторы	
Стратегические цели	Экономичность Конкурентоспособность Внедрение нововведений
Миссия	Предлагаемые товары/услуги Группы потребителей Место и роль на рынке Технология (процессы, инновации) Философия (ценности, мотивация) Имидж (ответственность)

3.2 Основные понятия о структуре и базовых бизнес-процессах системы управления авиадвигателестроительным предприятием

Существование тесной зависимости между состоянием внешней среды, поведением фирмы и ее внутренней средой приводит к необходимости своевременной адаптации целей, стратегии фирмы, ее организационных характеристик, структуры и функций к непрерывно меняющимся рыночным условиям.

В рамках системного подхода в центре внимания оказываются следующие внутренние факторы, в наибольшей степени влияющие на конкурентоспособность предприятия.

1. Структура и функции — основа формальной схемы организации, в которой отражены сложившиеся взаимосвязи между подразделениями и работниками, разработанной исходя из целей организации с учетом действующих должностных обязанностей, стандартных трудовых функций, процедур и технических средств, используемых для осуществления трудового процесса. Структурные факторы — это инструменты, которые работают независимо от человека. Перед ними не ставится задача влиять на поведение и позицию конкретного сотрудника. Сфера их действия распространяется на абстрактные организационные структуры (например, рабочие места или хозяйственные области). Такой подход отражает философию предметно ориентированной организации, ставящей на первый план задачу создания оптимальных структур для достижения определенных целей.

2. Политика и методы руководства трудовым коллективом предприятия, складывающиеся под влиянием как внешних факторов (общественных норм, ценностей и приоритетов, законодательства, давления социальных групп), так и внутренних факторов, таких как традиции, ценности, культура компании, этические прин-

ципы и нравственные нормы руководителей компании и членов трудового коллектива, личные амбиции руководства; человеческих факторов, неформальной структуры организации, основанной на общих интересах сотрудников, их личностных лидерских качествах, творческом и инициативном отношении к труду. Основная особенность человеческих факторов организации состоит в том, что они воздействуют не на абстрактные производственные единицы, а ориентированы на учет специфики персонала предприятия. Под понятие «человеческих» подпадают все факторы, влияющие на интеллектуальные способности и психологическое состояние отдельного работника. Здесь главной целью является приведение в соответствие с требованиями рабочего места и способностей работника путем прямого воздействия на человека, которому поручено решение тех или иных задач, а не путем модификации условий труда.

Рассмотрим особенности организационной структуры отечественных предприятий аэрокосмического двигателестроения.

Эта структура имеет ярко выраженный иерархический характер со значительным количеством уровней иерархии (от 4 до 8) и большим количеством связей на функциональных уровнях. Разработаны единые принципы формирования структуры управления крупными машиностроительными предприятиями, к которым относятся и предприятия аэрокосмического двигателестроения.

На верхнем уровне управленческой иерархии находится Генеральный директор и его заместители. Генеральный директор предприятия аэрокосмического двигателестроения имеет до 10 и более заместителей. Этих заместителей можно разделить на две группы:

А) руководители, связанные с управлением производством;

Б) руководители, связанные с управлением функциональными службами в масштабе всего предприятия, либо руководители важ-

нейших бизнес-направлений.

К числу заместителей Генерального директора, входящих в первую группу, могут относиться: технический директор, Генеральный конструктор, главный инженер, директор по производству, заместитель по качеству продукции и другие заместители.

К числу заместителей, входящих во вторую группу, обычно относятся: заместитель по экономике и финансам, главный бухгалтер, директор по персоналу и другие заместители

В связи с динамичным развитием рыночного сегмента отечественной экономики и быстрым ростом возможностей новых технологий могут вводиться такие должности заместителей Генерального директора, как директор по информационным технологиям, заместитель по экономической безопасности, директор бизнес-направления.

Так, например, на одном из ведущих отечественных предприятий авиадвигателестроения имеется свыше пяти директоров бизнес-направлений в ранге заместителей Генерального директора.

Наиболее характерные фрагменты организационной структуры предприятий аэрокосмического двигателестроения приведены в приложении Б.

На рис. П.1 показан фрагмент организационной структуры на верхнем иерархическом уровне. На рис. П.2 показана организационная структура службы главного инженера, предназначенная для обеспечения надежной и эффективной работы производства.

Основные характерные уровни иерархии организационной структуры предприятия аэрокосмического двигателестроения показаны на примере службы директора по производству. Верхний уровень иерархии этой службы показан на рис. П.3. Иерархическая структура цеха как основной производственной структуры на примере механического цеха кузнечно-штамповочного производства приведена на рис. П.4. Структура одного из подразделений управ-

ления этим цехам на примере планово-диспетчерского бюро цеха показана на рис. П.5.

Перейдем к характеристике функционального аспекта описания системы управления предприятием аэрокосмического двигателестроения.

В соответствии с системным подходом все огромное разнообразие функциональных свойств такой сложной системы, как предприятие аэрокосмического двигателестроения, разбивается на следующие группы, называемые базовыми бизнес-процессами:

- маркетинг (эта группа бизнес-процессов отвечает за эффективность связей предприятия с внешней средой);
- бизнес-планирование (эта группа бизнес-процессов должна обеспечивать нерефлексный тип управления как наиболее эффективный);
- финансовый менеджмент (эта группа бизнес процессов отвечает за обеспечение предприятия финансовыми ресурсами и эффективное их использование);
- управление персоналом (эта группа бизнес-процессов отвечает за обеспечение предприятия трудовыми ресурсами и эффективное их использование);
- логистика (эта группа бизнес-процессов отвечает за обеспечение предприятия всеми видами ресурсов, кроме финансовых и трудовых);
- управление производством (производственный менеджмент) – эта группа бизнес-процессов отвечает за выпуск продукции в соответствии со всеми видами бизнес-планов, а также за эффективное использование производственных мощностей и всех видов материальных ресурсов, используемых в производстве;
- бухгалтерский и управленческий учет (эта группа бизнес-

процессов через функцию учета должна обеспечивать надежное определение параметров состояния предприятия в каждый момент времени как с точки зрения интересов государства (бухгалтерский и налоговый учет), так и с точки зрения эффективного управления предприятием (управленческий учет);

- экономика предприятия (эта группа бизнес-процессов должна обеспечивать как реализацию экономических методов управления производством, так и эффективное использование всех видов ресурсов предприятия в целях обеспечения его конкурентоспособности);
- контроллинг (эта группа бизнес-процессов должна обеспечивать взаимосвязь всех бизнес-процессов в целях оптимизации управления предприятием).

Приведенный перечень базовых бизнес-процессов дает представление об их огромной сложности применительно к управлению промышленным предприятием. Для предприятия аэрокосмического двигателестроения это еще усложняется, если учесть, что общая номенклатура требуемых деталей составляет десятки тысяч для одного двигателя, номенклатура требуемых для производства материалов и комплектующих составляет тысячи наименований, эти материалы и комплектующие поставляют сотни поставщиков, количество цехов на предприятии может превышать 100, общая численность персонала составляет десятки тысяч человек, а потребный годовой бюджет сопоставим с бюджетом крупного города.

В современных условиях на первый план выходит проблема оптимальной организации перечисленных выше бизнес-процессов в сочетании с оптимизацией организационной структуры, поскольку это является необходимым условием обеспечения конкурентоспособности отечественных предприятий аэрокосмического двигателестроения, в том числе и на мировом рынке.

Использование методов системного анализа в сочетании с воз-

можностями современных информационных технологий позволяет формировать структурно-функциональные имитационные модели масштаба крупного промышленного предприятия и на этой основе обеспечивать повышение эффективности системы управления за счет оптимизации принимаемых управленческих решений на всех уровнях иерархии с учетом изменений как внешней, так и внутренней среды предприятия.

В связи с эти проведем сравнительный анализ организации базовых бизнес-процессов на отечественных предприятиях, с одной стороны, и на зарубежных предприятиях, являющихся лидерами мирового рынка, с другой.

3.3 Сравнительный анализ уровня организации базовых бизнес-процессов управления на отечественных и зарубежных предприятиях

Сравнительный анализ проводится на основе использования матрицы ответственности (табл. 3.2), которая связывает базовые бизнес-процессы с организационной структурой. Уровень связи определялся в вариантах «как надо» и «как есть».

Оценки в табл. 3.2 носят экспертный характер и отражают точку зрения авторов данного учебного пособия. Суждения авторов основаны на следующих соображениях.

За уровень «как надо» выбирался уровень развития базовых бизнес-процессов на ведущих промышленных предприятиях США, Германии и Японии, отраженный в [19,32,37,46], а также в [10,31]. Оценка «как есть» в уровне развития базовых бизнес-процессов на отечественных промышленных предприятиях основывалась на личном опыте авторов, полученном в процессе проведения консалтинговых исследований на ряде промышленных предприятий как в г. Самара, так и за ее пределами в период с 1998 по 2006 гг., а также на опыте общения со специалистами широкого круга, полу-

ченном в процессе обсуждениях проблем эффективного управления на ряде научных конференций в этот же период [6].

Функциональный аспект в матрице ответственности начинается с маркетинга.

В варианте «как есть» за этот бизнес-процесс обычно отвечает служба продаж. Слабый уровень состояния этого процесса по сравнению с лучшими зарубежными предприятиями обусловлен отставанием в области использования современных методов изучения рынка типа SWOT-анализа, стратегического и тактического маркетинга, аналитической обработки многомерных массивов информации, также использования компьютерных средств коммуникаций с имеющимися и потенциальными потребителями продукции предприятия.

В варианте «как надо» этот бизнес-процесс должен связывать управление продаж со службой логистики и планово-экономическим отделом, а также обеспечивать генерального директора исчерпывающей информацией стратегического характера о рынке. Однако вследствие указанных выше причин такие связи практически отсутствуют.

Применительно к бизнес-планированию ситуация выглядит более благополучно, поскольку при работе в условиях плановой экономики планирование, особенно производственное, было развито на достаточно высоком уровне. Хотя на ряде предприятий в первые годы вступления на рынок планирование было отвергнуто как «пережиток прошлого» и к настоящему времени навыки и технологии практически утрачены.

Наиболее слабым местом в этом бизнес-процессе является самый верхний уровень планирования – стратегический, поскольку в условиях плановой экономики не было необходимости в самостоятельном поиске заказов (уровень стратегического планирования за рубежом отражен в [41]).

Таблица 3.2. Матрица ответственности бизнес-процессов

№	Функциональные службы	Маркетинг		Бизнес-планирование		Финансовый менеджмент		Логистика		Бухгалтерский учет		Управленческий учет		Контроллинг	
		как есть	как надо	как есть	как надо	как есть	как надо	как есть	как надо	как есть	как надо	как есть	как надо	как есть	как надо
1	Генеральный директор	**Слабый уровень**	+	**Средний уровень**	+	**Слабый уровень**	+			**Средний уровень**	+		+		+
2	Управление продаж	**Слабый уровень**	+	**Средний уровень**	+	**Слабый уровень**				**Выше среднего**	+		+		+
3	Служба логистики (материально-технического снабжения)	**Слабый уровень**	+	**Слабый уровень**	+	**Слабый уровень**	+	**Слабый уровень**	+	**Выше среднего**	+		+		+
4	Планово-экономическая служба	**Слабый уровень**	+	**Выше среднего**	+				+	**Выше среднего**	+		+		+
5	Служба финансового директора			**Средний уровень**	+	**Средний уровень**	+	**Слабый уровень**	+	**Средний уровень**	+		+		+
6	Служба Главного бухгалтера					**Средний уровень**	+	**Средний уровень**	+	**Выше среднего**	+		+		+
7	Служба директора по производству			**Выше среднего**	+			**Средний уровень**	+	**Выше среднего**	+		+		+

На уровне производственного планирования в отечественной практике значительно меньше, чем в зарубежной, используются методы исследования операций (линейное и нелинейное программирование) в целях сокращения производственных затрат и более эффективного использования оборудования.

Ситуация с финансовым менеджментом менее благополучная, чем с бизнес-планированием вследствие практического отсутствия этого бизнес-процесса в условиях плановой экономики, низкого уровня развития фондового рынка и рынка ценных бумаг в отечественной экономике, а также недостатка как квалифицированных специалистов, так и доступных хороших учебников. Представление о содержании и функциях зарубежного финансового менеджмента можно получить в учебном пособии [43], написанном на доступном для студентов уровне, но изданном, к сожалению, малым тиражом.

В зарубежном менеджменте чрезвычайно важную роль играет такой базовый бизнес-процесс, как логистика, особенно в промышленном производстве, где затраты на материалы и комплектующие обычно превышают половину всех расходов на создание продукции. Об уровне развития этого бизнес-процесса за рубежом хорошее представление дает монография [24]. Оптимизация всех логистических цепочек при создании продукции – от закупок материалов и комплектующих, их транспортировки, хранения на складе и доставки к рабочим местам до упаковки готовой продукции, ее хранения на складе и доставки потребителю. В результате экономия затрат в некоторых случаях достигает 20 %, хотя обычно выигрыш составляет несколько процентов либо доли процентов, но в условиях больших оборотов это приносит значительную экономическую выгоду.

На отечественных промышленных предприятиях наиболее высокий уровень логистических бизнес-процессов относится к бух-

галтерской и производственной службам и связан с процессами учета поступления и расхода материалов и комплектующих на центральных и цеховых складах. Что касается собственно логистических бизнес-процессов, то они находятся на уровне существенно более низком, чем на зарубежных предприятиях.

Перейдем к оценке ситуации с бухгалтерским и управленческим учетом. За рубежом бухгалтерский учет делится на финансовый и управленческий учет. Финансовый учет является для каждого предприятия обязательным и подчиняется строгим правилам, единым для всех предприятий и устанавливаемым государством в целях налогообложения и наличия объективной информации о предприятиях на рынке (нормативный учет).

Что касается управленческого учета, то этот учет полностью находится в компетенции предприятия. При этом информация о финансовом учете является общедоступной, а об управленческом – конфиденциальной (охраняется законом о коммерческой тайне). В среднем в общем объеме бухгалтерской отчетности на предприятии финансовая отчетность составляет около 10 %, а управленческая – около 90 %.

В отечественной экономике до недавнего времени такое понятие, как управленческий учет, отсутствовало. Существовал только бухгалтерский учет, нормативный и обязательный.

Следует отметить, что несмотря на различия в моделях бухгалтерского учета, эффективность отечественного бухгалтерского учета сопоставима с зарубежным, в том числе и по такому показателю, как уровень компьютеризации.

Тем не менее, в связи с интенсивным процессом интеграции российской экономики с мировой экономикой актуальной становится проблема перехода отечественных предприятий на международные стандарты финансовой отчетности (МФСО).

Наиболее актуальна эта проблема для экспортно-ориентированных предприятий, к которым относятся и предприятия аэрокосмического двигателестроения.

В настоящее время отечественным предприятиям наряду с ведением нормативного бухгалтерского учета в целях налогообложения законодательно разрешено вести и управленческий учет по правилам, устанавливаемых самим предприятием. Однако в среднем по отечественным промышленным предприятия объем управленческого учета не превышает 10 % от бухгалтерского.

В управлении зарубежными промышленными предприятиями все более важную роль играет такой базовый бизнес-процесс, как контроллинг. Функция этого бизнес-процесса – интеграция всех остальных базовых бизнес-процессов в целях наилучшего достижения стратегических целей предприятия. Научной базой для этого бизнес-процесса является системный анализ, а технологической платформой – единое информационное пространство управления предприятием.

Концепция контроллинга нашла практическое воплощение в виде ***стандарта MRPII*** для управления промышленным производством на цеховом уровне и ***стандарта ERP*** для управления промышленным предприятием как бизнес-системой, обеспечивающей наиболее эффективное достижение поставленных стратегических целей. Основные понятия о стандартах MRPII и ERP можно получить в глоссарии, а более глубокие представления – в [10, 31]. На отечественных промышленных предприятиях, в том числе и аэрокосмического двигателестроения, бизнес-процесс контроллинга находится в стадии освоения ведущими предприятиями аэрокосмической отрасли [6].

В процессе реализации MRPII- и ERP-стандартов применительно к управлению отечественными предприятиями аэрокосмического двигателестроения приходится решать новые классы задач

с использованием системного анализа. Это такие задачи, как документирование существующих бизнес-процессов (формирование модели «как есть»), анализ этой модели с точки зрения эффективности существующих бизнес-процессов, а также их соответствия международным стандартам менеджмента качества ISO 9001/2000, реструктуризации этих бизнес- процессов сначала в виде модели «как есть», а затем и в реальном производстве, формирование информационной поддержки реструктурированных бизнес-процессов на основе использования ***CALS/PLM***–стандартов, в том числе CALS-стандартов ***серии IDEF***. Для успешного решения этих задач необходимо использовать ***CASE-средства*** (т.е. средства компьютерной поддержки проектирования систем). Методология решения подобного рода задач на примере концептуального моделирования жизненного цикла процесса создания конкурентоспособного двигателя летательных аппаратов с использованием ***стандарта IDEF0*** и ***CASE-средства BPWin*** изложена в [3].

Вопросы для самоконтроля

1. Что называется бизнес-процессом?
2. Перечислите факторы, влияющие на конкурентоспособность предприятия.
3. Что понимается под миссией предприятия?
4. Как можно оценить состояние управления современных промышленных предприятий России?
5. Сформулируйте особенности организационной структуры отечественных предприятий аэрокосмической отрасли.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном учебном пособии показана актуальность проблемы использования системного анализа для повышения эффективности управления отечественными предприятиями аэрокосмического двигателестроения в целях повышения их конкурентоспособности. Поскольку использование системного анализа основано на имитационном моделировании, показана роль кибернетического подхода к моделированию промышленного предприятия как целенаправленной системы, в рамках которого даны определения таких понятий, как цель, управление, информация, показана взаимосвязь этих понятий.

В рамках кибернетического подхода к моделированию сложных систем рассмотрена сущность рефлексного и нерефлексного типов управления, показаны преимущества нерефлексного типа управления, в основе которого лежит процедура принятия оптимального решения, адаптированного к условиям внешней среды.

Научной основой для выполнения процедуры принятия оптимальных решений в проблемных ситуациях является системный анализ.

Изложены основные понятия технологии принятия оптимального решения применительно к сложным проблемам управления. Подробно рассмотрено содержание основных этапов системного анализа, а также их взаимосвязь.

На основе опыта работы лучших зарубежных предприятий показаны возможности повышения конкурентоспособности отечественных предприятий аэрокосмического двигателестроения на основе использования системного анализа на всех стадиях принятия решения – от формирования альтернативных вариантов управленческих решений и анализа потребных ресурсов до принятия решения и его реализации. Показана реализация принципов системного

анализа в современных стандартах управления MRPII/ERP.

Изложенная технология системного анализа используется в научной работе СГАУ и в учебном процессе для анализа системы управления реальных предприятий аэрокосмической отрасли. Преподавателями и студентами факультета двигателей летательных аппаратов СГАУ, начиная с 2000 года, проведена большая работа и разработан ряд предложений по повышению эффективности управления на ОАО «Моторостроитель» (г. Самара) и ОАО НПО «Сатурн» (г. Рыбинск).

По результатам этой работы защищены более 15 дипломных проектов. Выпускники, принимавшие участие в этой работе, успешно работают на промышленных предприятиях различного профиля и занимают руководящие должности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. CALS в авиастроении [Текст] / П/ред. А.Г. Братухин. - М.: Изд-во МАИ , 2002. - 676 с.
2. Анфилатов В.С., Емельянов А.А., Кукушкин А.А. Системный анализ в управлении [Текст]: учеб. пособие для ВУЗов / В.С. Анфилатов, А.А. Емельянов, А.А. Кукушкин.- М.: Финансы и статистика, 2002. - 368 с.
3. Безменова, Н.В. Методология концептуального моделирования IDEF0 в инструментальной среде BPWin (на примере жизненного цикла двигателя летательных аппаратов) [Текст]: учеб. пособие/ Н.В.Безменова, С.А. Шустов. – Самара: СГАУ, 2006. - 52 с.
4. Безменова, Н.В. Модельное имитационное описание на ЭВМ сложных систем на основе задачи сопряженного теплообмена в ДЛА [Текст]/ Н.В. Безменова, С.А.Шустов// Тезисы докладов научно-методической конференции «Развитие и совершенствование учебного процесса на основе опыта подготовки специалистов для аэрокосмической отрасли» - Самара: СГАУ, 1997. – Ч. 1. - С. 45-46.
5. Безменова, Н.В. Опыт использования теории систем как междисциплинарного языка в решении проблем аэрокосмического образования [Текст]/ Н.В. Безменова, С.А. Шустов// Сб. трудов «Современные научно-методические проблемы высшего образования», выпуск 2. – Самара: СГАУ, 2002. - С. 179-183.
6. Безменова, Н.В. Технология концептуального моделирования бизнес-процессов крупного предприятия аэрокосмической отрасли с помощью CASE-средств [Текст]/ Н.В. Безменова, С.А. Добратулин, С.А. Шустов// Тезисы докладов 3-й Международной конференции по неравновесным течениям в соплах и струях, Москва, 3…7 июля. – М.: МАИ, 2000. - С. 352-353.
7. Бусленко, Н.А. Моделирование сложных систем [Текст]/ Н.А.Бусленко – М.: Наука, 1978. – 400 с.

8. Вахрушина М.А. Бухгалтерский управленческий учет [Текст] :учебник для ВУЗов/ М.А. Вахрушина. - М.: Высшая школа, 2002. - 528 с.

9. Вентцель, Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология [Текст]/ Е.С. Вентцель. - М.: Наука, 1988. – 208 с.

10. Гаврилов, Д.А. Управление производством на базе стандарта MRP-II [Текст]: Серия «Теория и практика менеджмента»/ Д.А.Гаврилов. – СПб.: Питер, 2003. - 352 с.

11. Гафт, М.Г. Принятие решений при многих критериях [Текст]/ М.Г. Гафт. - М.: Знание, сер. Математика, кибернетика. - № 7. - 1979. – 64 с.

12. Гуд , Г.Х. Системотехника [Текст] / Г.Х. Гуд, Р.Э. Маккол. - М.: Сов. радио, 1962. – 157 с.

13. Денисов, А.А. Теория больших систем управления [Текст]: учеб. пособие для ВУЗов/ А.А. Денисов, Д.Н. Колесников Л.: Энергоиздат, 1982. – 188 с.

14. Добратулин С.А., Шустов С.А. Информационное моделирование внутрипроизводственного планирования производства двигателей летательных аппаратов [Текст]/ С.А. Добратулин, С.А. Шустов // Тезисы докладов X1 международной конференции « Вычислительная механика и современные программные системы (ВМСППС'2001) », 2-6 июля 2001г, Москва-Истра. - С. 175-176.

15. Добратулин, С.А. Повышение эффективности управления авиадвигательным предприятием на основе информационного моделирования производственных процессов [Текст]/ С.А. Добратулин, И.Л. Шитарев, С.А. Шустов// Тезисы докладов Международной научно-технической конференции, посвященной памяти Генерального конструктора аэрокосмической техники академика Н.Д. Кузнецова ,Самара, 21-22 июня 2001 г .- Ч. 1. - С.14.

16. Дружинин, В.В. Системотехника [Текст]/ В.В.Дружинин, Д.С.Конторов. - М.: Радио и связь, 1985. – 200 с.

17. Дугельный, А.П. Бюджетное управление предприятием [Текст]: учебно-практическое пособие/ А.П. Дугельный, В.Ф. Комаров. - М.: Дело, 2003. - 432 с.

18. Зрелов, В.А. Модель взаимодействия организаций авиадвигателестроения в России [Текст]/ В.А. Зрелов, М.Е. Проданов, С.А. Шустов// Материалы Международной научно-технической конференции «Проблемы и перспективы развития двигателестроения», 21-23 июня 2006 г. – Самара: СГАУ, 2006. – Ч. 1. - С. 162-164.

19. Каплан, Р. Организация, ориентированная на стратегию. Как в новой бизнес-среде преуспевают организации, применяющие сбалансированную систему показателей [Текст]/ Роберт Каплан, Дейвид Нортон. Пер. с англ. - М.: ЗАО «Олимп-бизнес», 2004. - 416 с.

20. Квейд, Э. Анализ сложных систем [Текст] / Э.Квейд. - М.: Сов. радио, 1969. – 223 с.

21. Клиланд, Д. Системный анализ и целевое управление [Текст] / Д. Клиланд, В. Кинг. - М.: Сов. радио, 1974. – 244 с.

22. Ковалев, В.В. Финансовый анализ: Управление капиталом. Выбор инвестиций. Анализ отчетности [Текст]/ В.В. Ковалев. - М.: «Финансы и статистика», 1998. - 512 с.

23. Концепция инновационной методологии подготовки дипломированных специалистов мирового уровня по экономике и управлению для аэрокосмической отрасли и ее реализация в виде учебно-методического обеспечения [Текст]/ С.А. Шустов [и др.]// Отчет о выполнении этапа 1.9.1. «Подготовка дипломированных специалистов мирового уровня по экономике и управлению для аэрокосмической отрасли на основе использования современных информационных PLM-технологий» инновационной образовательной программы СГАУ в рамках национального проекта «Образование». - Самара: СГАУ, 2006. - 178с.

24. Майкл, Р. Л. Управление снабжением и запасами. Логистика [Текст]/ Линдерс Р. Майкл, Фирон Е. Харольд. Пер. с англ. – СПб.: ООО «Виктория плюс», 2002. - 768 с.

25. Макаренко, М.В. Производственный менеджмент [Текст]: учебн. пособие для ВУЗов/ М.В. Макаренко, О.М. Махалина - М.: «Издательство ПРИОР», 1998. - 384 с.

26. Месарович, М. Общая теория систем: математические основы [Текст]/ М. Месарович, И. Такахара. Пер. с англ. - М.: Мир, 1978. – 311 с.

27. Месарович, М. Теория иерархических многоуровневых систем [Текст] / М. Месарович, Д. Мако, И. Такахара. - М.: Мир, 1973. – 187 с.

28. Моисеев, Н.Н. Математические задачи системного анализа [Текст] / Н.Н. Моисеев. - М.: Наука, 1981. – 488 с.

29. Моисеев, Н.Н. Элементы теории оптимальных систем [Текст]/ Н.Н. Моисеев. - М.: Наука, 1975. – 526 с.

30. Мухин В.И. Исследование систем управления [Текст]: учебник/ В.И.Мухин. - М.: Экзамен, 2002. - 384с.

31. О'Лири Д. ERP -системы. Современное планирование и управление ресурсами предприятия. Выбор, внедрение, эксплуатация [Текст]/ Дэниэл О'Лири, пер. с англ. – М.: ООО «Вершина», 2004. – 272 с.

32. Оно, Т. Производственная система Тойоты. Уходя от массового производства [Текст]/ Т. Оно, пер. с англ. - М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2005. - 192 с.

33. Оптнер, С.Л. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем [Текст] / С.Л. Оптнер. М.: Сов. радио, 1968. – 355 с.

34. Острейковский, В.А. Теория систем [Текст]: учебник для вузов/ В.А.Острейковский. - М.: Высшая школа, 1997. - 240 с.

35. Павленко, А.И. Системный анализ в задачах проектирования АСУ [Текст]: учеб. пособие для ВУЗов/ А.И.Павленко. - М.: МАИ, 1982. – 75 с.

36. Проблемы программно-целевого планирования и управления (серия «Теория и методы системного анализа») [Текст] / Под редакцией Г.С. Поспелова. - М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1981. - 464 с.

37. Ричард, Б.Чейз. Производственный и операционный менеджмент [Текст]/ Б.Чейз Ричард, Дж. Эквилайн Николас, Ф. Якобс Роберт. 8-е издание, пер. с англ. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. - 704 с.

38. Семь нот менеджмента (настольная книга руководителя) [Текст]: Совместный проект еженедельника журнала «Эксперт» и консалтинговой группы «БИГ». 5-е издание. - М.: ЗАО «Журнал Эксперт», 2002. - 656 с.

39. Системный анализ в экономике и организации производства [Текст]: учеб. пособие для ВУЗов / С.А. Валуев [и др] - Ленинград.: изд-во Политехника, 1991. – 398 с.

40. Таха, А. Введение в исследование операций [Текст]/ А. Таха. 6-ое издание: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. - 912 с.

41. Томпсон, А.А. Стратегический менеджмент. Искусство разработки и реализации стратегии [Текст]: учебник для ВУЗов/ А.А. Томпсон, А. Дж. Стрикленд. Пер. с англ. - М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1998. – 576 с.

42. Управление проектами [Текст]: учебник для ВУЗов/ под общ. ред. В.Д. Шапиро. – СПб.: 1996.- 610 с.

43. Финансовый менеджмент. Корпорация «Карана» [Текст] - М., 1998. - 290 с.

44. Формирование системного мышления в обучении [Текст]: учеб. пособие для ВУЗов (Серия «Педагогическая школа, XXI век). М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. - 344 с.

45. Формирование технических объектов на основе системного анализа [Текст]/ В.Е.Руднев [и др.].- М.: Машиностроение, 1991. - 320 с.

46. Хан, Д. Планирование и контроль: концепция контроллинга [Текст]/ Д.Хан. Пер. с нем. М.: Финансы и статистика, 1997. - 800 с.

47. Холл, А. Опыт методологии для системотехники [Текст]/ А. Холл. М.: Сов. радио, 1975. – 278 с.

48. Шустов, С.А. Математический аппарат системного анализа. Часть 1. Элементы теории множеств [Текст]: метод. указания к курсу «Системный анализ» / С.А.Шустов. – Куйбышев: КуАИ , 1988. – 20 с.

49. Шустов, С.А. Математический аппарат системного анализа. Часть 2. Графы и их использование для анализа структуры сложных систем [Текст]: метод указания по курсу «Системный анализ»/ С.А.Шустов,- Куйбышев: КуАИ, 1989. – 30 с.

50. Шустов, С.А. О роли системной компоненты в подготовке специалистов широкого профиля [Текст]/ С.А.Шустов// Тезисы докладов науч-

но-методической конференции «Проблемы подготовки специалистов широкого профиля в СГАУ» - Самара: СГАУ, 1995. - С. 15-17.

51. Шустов, С.А. Опыт использования методологии системного анализа при подготовке специалистов для аэрокосмической отрасли [Текст]/ С.А.Шустов// Системный анализ в технике. Тем. сб. науч. трудов. Вып.6. – М.: МАИ, 2000. - С. 83-92.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Словарь терминов

Объект (лат. Objectum предмет) – все то, на что направлена человеческая деятельность. Если объектом является часть реального мира, то он называется ***реальным объектом.***

ДЛА - двигатель летательного аппарата.

Системный подход – метод, основанный на представлении знаний об объекте любой природы в виде ***системы.***

Система – это множество взаимосвязанных элементов, обладающих одним или несколькими ***интегративными свойствами.***

Интегративное свойство – это такое свойство, которым обладает только система в целом, но не обладает ни один из элементов системы.

Простая система – это такая система, ни один из элементов которой не имеет структуры.

Сложная система– такая система, в которой хотя бы один элемент имеет структуру, обладающую интегративным свойством, т.е. сам является системой (такая система называется ***подсистемой***).

Элемент –простейшая неделимая часть системы.

Связь – взаимодействие между элементами системы, обеспечивающее целостность системы, ее структуру и поведение.

Структура – это совокупность элементов и связей между ними. Структура может быть представлена графически, в виде теоретико-множественных описаний, матриц, графов и других языков моделирования структур.

Внешняя среда – множество элементов, которые не входят в систему, но изменение их состояния вызывает изменение поведения системы.

Состояние – это множество существенных свойств, которыми система обладает в данный момент времени.

Поведение – способность системы переходить из одного состояния в другое.

Равновесие — способность системы в отсутствие внешних возмущающих воздействий (или при постоянных воздействиях) сохранить свое состояние сколь угодно долго.

Устойчивость – способность системы возвращаться в состояние равновесия после того, как она была из этого состояния выведена под влиянием внешних возмущающих воздействий.

Управление – такое воздействие субъекта управления на объект управления, которое обеспечивает наилучшее достижение цели.

Рефлексное управление – такой тип управления, которому соответствует стандартная реакция на внешнее воздействие.

Нерефлексное управление – это тип управления, основанный на формировании цели и нескольких возможных вариантов управления, а также выборе из них такого варианта управления, который обеспечивает наилучшее достижение цели.

Цель – желаемый результат деятельности, достижимый в заданный промежуток времени и обеспеченный ресурсами.

Информация – совокупность полезных сведений, которые можно хранить, передавать и обрабатывать.

Нецеленаправленная система – системный образ объекта, не имеющего собственных целей; поведение такого объекта определяется только физическими закономерностями.

Целенаправленная система – системный образ объекта, имеющего хотя бы одну собственную цель; поведение такого объекта

определяется, в основном, стремлением достигнуть собственные цели.

Система управления — совокупность взаимодействующих между собой субъекта управления и исполнительных органов, деятельность которых направлена на достижение заданной цели управления.

Бизнес-процессы – процессы, протекающие в организационно-технических системах.

Альтернатива – один из вариантов достижения поставленных целей.

Критерий – параметр, с использованием которого проводится сравнение двух альтернатив.

Модель (лат. Modulus - мера) – это абстрактный объект-заместитель объекта-оригинала, отражающий наиболее существенные свойства оригинала.

Моделирование – процесс замещения объекта-оригинала его моделью (т.е. процесс получения модели); процесс использования модели для исследования свойств объекта-оригинала.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Организационные диаграммы

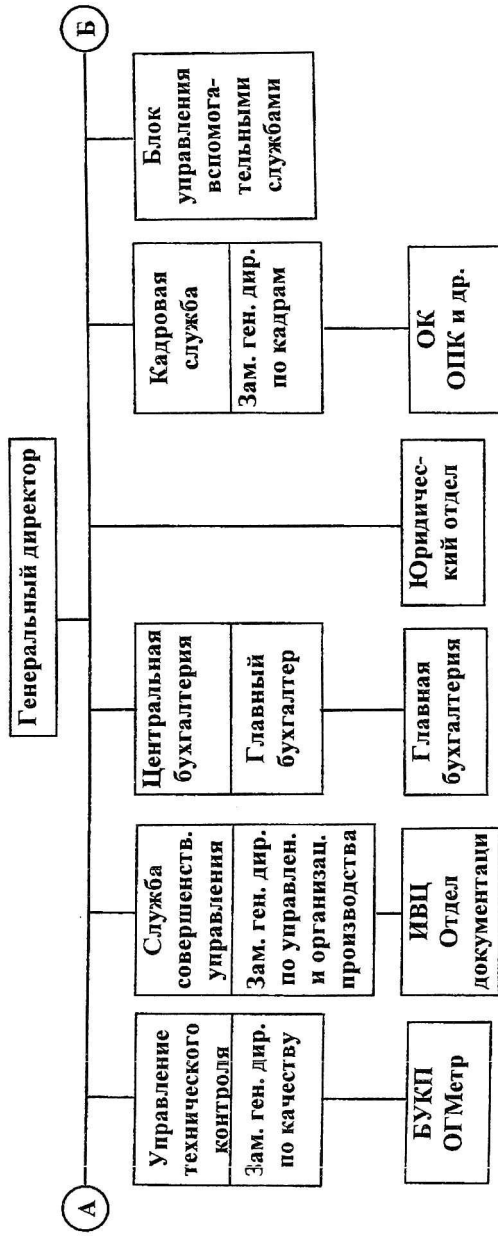


Рис. П.1. Организационная структура предприятия

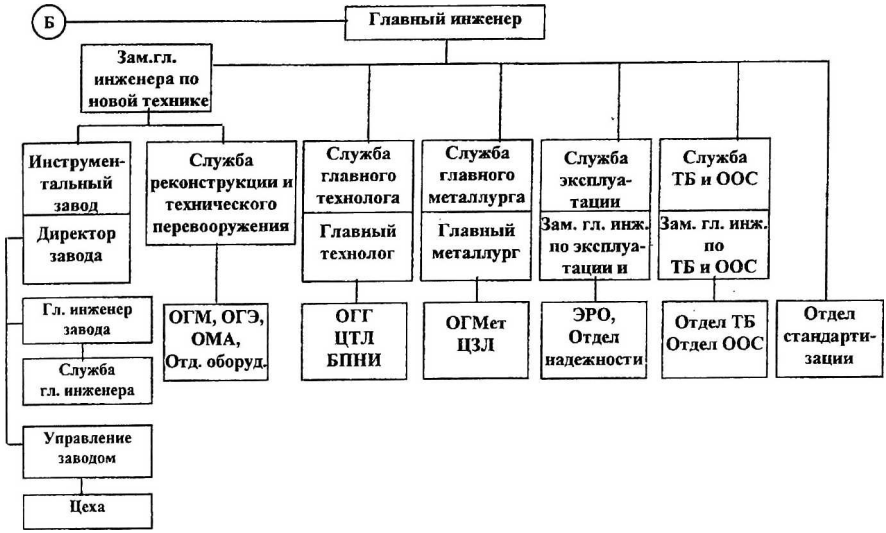


Рис.П.2. Организационная структура службы Главного инженера

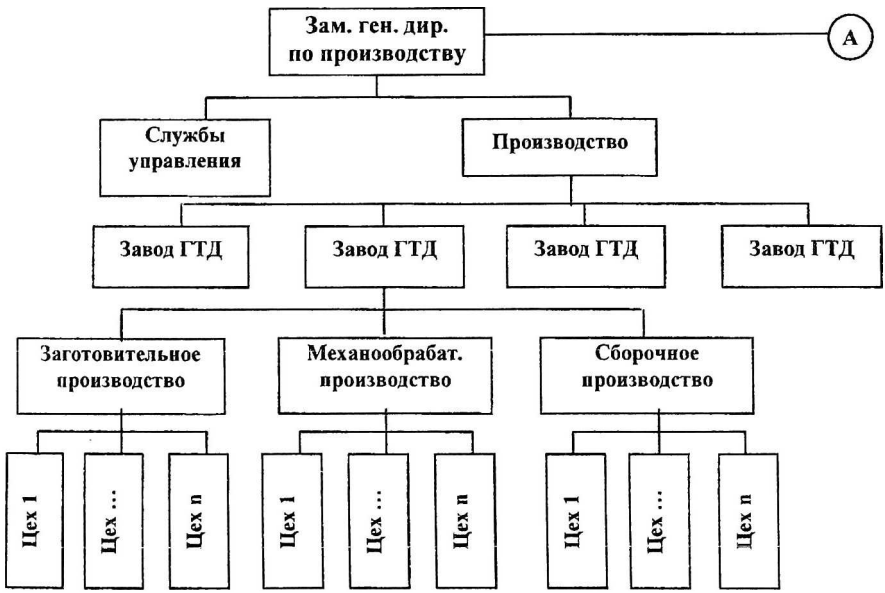


Рис. П.3 Организационная структура службы директора по производству

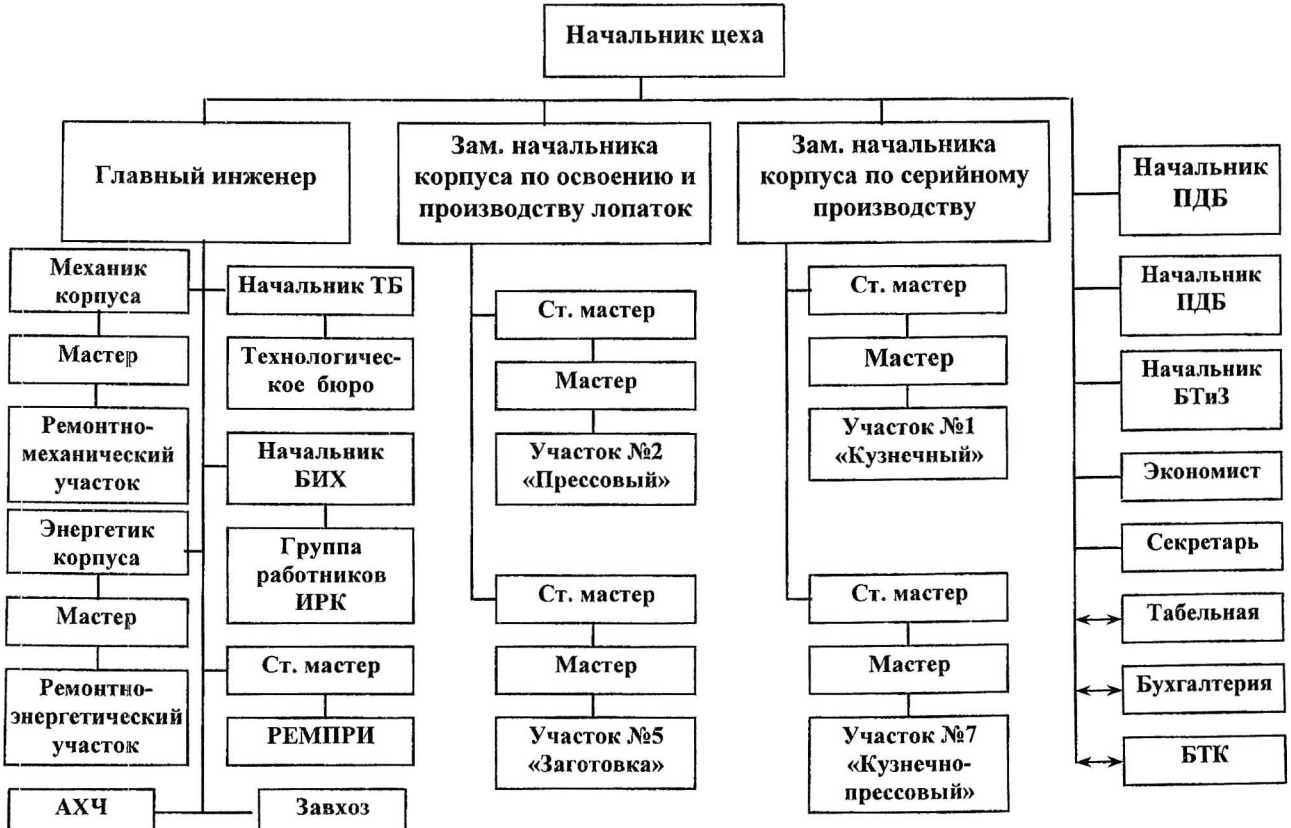


Рис. П.4. Организационная структура цеха

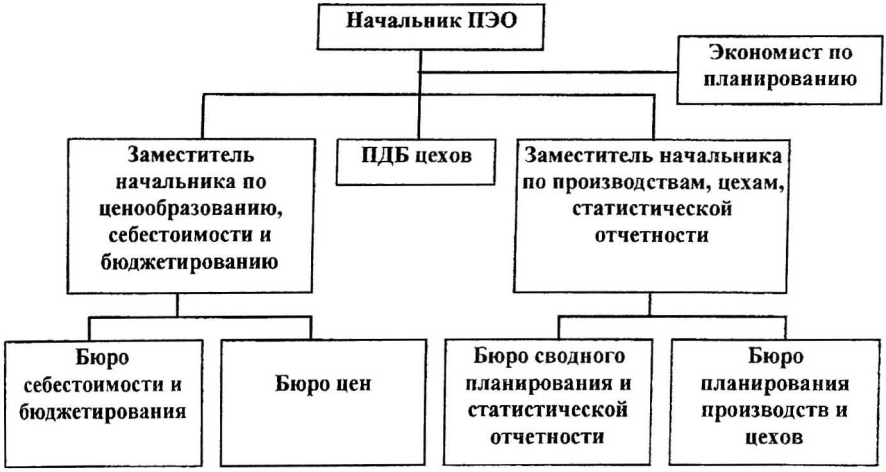


Рис. П.5. Организационная структура планово-экономического отдела



Рис. П.6. Организационная структура планово-диспетчерского бюро

Учебное издание

Безменова Наталья Витальевна
Шустов Станислав Алексеевич

**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ
В УПРАВЛЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЕМ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ**

Учебное пособие

Редакторская обработка О. Ю. Дьяченко
Корректорская обработка Т. Ю. Депцова
Доверстка Т. Е. Половнева

Подписано в печать 28.12.06. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 5,81. Усл. кр.-отт. 5,93. Печ. л. 6,25.
Тираж 50 экз. Заказ 184 ИП-84(1)/2006

Самарский государственный
аэрокосмический университет.
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

Изд-во Самарского государственного
аэрокосмического университета.
443086 Самара, Московское шоссе, 34.