

**ИНСТИТУТ СОЦИАЛЬНЫХ И ГУМАНИТАРНЫХ ЗНАНИЙ**



**А.А. Порсев**

**ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ**

**Казань  
2010**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ РФ  
ИНСТИТУТ СОЦИАЛЬНЫХ И ГУМАНИТАРНЫХ ЗНАНИЙ  
КАФЕДРА МЕНЕДЖМЕНТА И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ**

**А.А. Порсев**

**ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС**

**Казань  
2010**

УДК  
ББК  
П

Рекомендовано к изданию учебно-методическим советом  
Института социальных и гуманитарных знаний

**Рецензенты:**

*М.Г. Ахмадеев* – д.э.н., профессор, заведующий кафедрой менеджмента Казанского филиала Российского государственного торгово-экономического университета;

*А.А. Карелов* – к.э.н., доцент, заведующий кафедрой маркетинга Казанского социально-юридического института.

**Порсев А.А.**

П Исследование систем управления: Учебно-методический комплекс / А.А. Порсев. – Казань: РИЦ «Школа», 2010. – с.  
**ISBN 5-94712-018-6**

Учебно-методический комплекс «Исследование систем управления» составлен в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по специальности 080507 «Менеджмент организации» и направления 521500 «Менеджмент». Дисциплина входит в федеральный компонент спецдисциплин и является обязательной для изучения.

УДК  
ББК

ISBN

© Порсев А.А., 2010  
© ИСГЗ, 2010  
©

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	
Объем дисциплины и виды учебной работы.....	
Рабочая программа учебной дисциплины.....	
Тематический план занятий.....	
Краткий курс лекций.....	
Планы семинарских и практических занятий.....	
Самостоятельная работа студентов.....	
Контроль знаний студентов.....	
Литература.....	
Приложение. Глоссарий.....	

## ВВЕДЕНИЕ

Наше общество осуществляет трудную, но исторически неизбежную и необходимую перестройку: чтобы вписаться в современный ритм жизни, кроме всего прочего, нужно овладевать новым знанием, учиться пользоваться им на практике. Возрастает роль менеджеров – людей, умеющих добиваться поставленных целей, использовать труд, интеллект, мотивы поведения других людей, работающих в различных организациях, деятельность которых сознательно координируется для достижения общей цели или целей.

Организацию можно рассматривать как средство достижения целей, которое позволяет людям выполнить коллективно то, чего они не могли бы выполнить индивидуально. Важнейшим источником роста эффективности производства является постоянное повышение технического уровня и качества выпускаемой продукции. В современной сложной системе производства продукции/услуг осуществляется жесткая функциональная интеграция всех составляющих.

Системный подход к качеству продукции позволяет объективно выбирать масштабы и направления, методы производства, обеспечивающие наибольший эффект усилий и средств, затраченных на повышение качества продукции.

Контроль – это слежение за процессом достижения целей организации. Качество в самом широком философском смысле есть существенная определенность объекта (процесса), благодаря которой он является таким, а не иным.

Эволюционное развитие экономики поставило именно качество продукции (товаров/услуг), производимых работ в центр производства и жизни. Качество важно и для изготовителя, и для потребителя. Мало заявить о высоком уровне качества: для подтверждения качества продукция подвергается испытаниям. Качество труда измеряется по результатам и эффективности производства в соответствии с показателями производительности, продуктивности и адаптивности организации к изменениям.

Когда продукция уже произведена, невозможно вернуть напрасно затраченный труд вследствие недостаточного качества или брака. По мере развития производства возрастает сложность продукции, возникают наукоемкие технологии, существенно усложняется или становится невозможным промежуточный контроль. Введение специальной системы контроля в лучшем случае фиксирует ошибки. Но задача формулируется иначе: ошибки следует предотвращать. Поэтому поведение людей должно быть ориентировано не на контроль дефектов, а на конечный результат – получение качественной бездефектной продукции. Проведение исследований в области управления позволяет в значительной мере снизить подобные ошибки: знающий менеджер, вооруженный современными методами, способен к вариативному мышлению и принятию оптимальных решений.

Еще одним направлением разделения труда в организации является формулирование задач.

Задача – это предписанная работа, серия работ или часть работы, которая должна быть выполнена заранее установленным способом в заранее оговоренные сроки.

Задачи организации традиционно делятся на три категории. Это работа с людьми, предметами (машинами, сырьем, инструментами), информацией. Решение задачи во многом определяется выбранной технологией (методом).

Технология – это сочетание квалификационных навыков, оборудования, инфраструктуры, инструментов и соответствующих технических знаний, необходимых для осуществления желаемых преобразований в материалах, информации или людях.

Никакой тип технологий не может считаться лучшим, каждый имеет свои преимущества и лучшим образом соответствует выполнению определенных задач и достижению конкретных целей. Знание методов исследования и умение выбирать наиболее эффективный метод в зависимости от ситуации (задачи) – необходимое качество современного менеджера.

Важно помнить, что и организация, и руководители, и подчиненные не что иное как группы людей, которые могут быть недостаточно мотивированы или обучены. Люди являются центральным фактором в любой модели управления. Отношение к работе является важным фактором, определяющим, как люди будут реагировать на изменения условий и продолжительности работы, стимулирования труда. Отношение к работе является конкретным убеждением или чувством каждого, а ценности – это общие убеждения, что хорошо, что плохо и что безразлично. Ценности приобретаются посредством обучения: в школах, религиозных заведениях, в семье, в других социальных контактах, в том числе через средства развлечения и досуга. Каждая организация сознательно или несознательно устанавливает свою собственную систему ценностей, поэтому исследования в области организационной культуры, имиджа, психологии также важны для современного управленца.

Возрастающая роль исследования систем управления определяется развитием двух тенденций в реальной деятельности организаций:

- 1) продолжающейся интеграцией функций развития, маркетинга, менеджмента и контроля в их деятельности;
- 2) усложнением технико-организационной среды как системной совокупности методов и технических средств управления.

Система управления предприятиями должна отвечать современным рыночным условиям:

- обладать высокой гибкостью производства, позволяющей быстро менять ассортимент изделий (услуг). Это обусловлено тем, что жизненный цикл продукции (услуг) стал короче, а разнообразие изделий и объем выпуска разовых партий – больше;

- быть адекватной сложной технологии производства, требующей совершенно новых форм контроля, организации и разделения труда;
- учитывать серьезную конкуренцию на рынке товаров (услуг), в корне изменившую отношение к качеству продукции, потребовавшую организовать послепродажное обслуживание и дополнительные фирменные услуги;
- учитывать требования к уровню качества обслуживания потребителей и времени выполнения договоров, которые стали слишком высокими для традиционных производственных систем и механизмов принятия управленческих решений;
- учитывать изменение структуры издержек производства;
- принимать во внимание необходимость учета неопределенности внешней среды.

Это далеко не полный перечень проблем, с которыми приходится сталкиваться многим организациям. Для реализации их существует объективная необходимость в исследованиях, анализе существующего положения.

Различного рода нововведения проявляют себя на предприятиях в форме организационного совершенствования системы управления, что требует уточнения отдельных связей, параметров системы, применения более эффективных способов их реализации, повышения уровня надежности и т.д. Организационное совершенствование системы (ее подсистем или элементов) затрагивает уже не только отдельные связи, но и структуру управления в целом, что требует установления и обеспечения новых связей, устранения излишних связей, существенного изменения функций управления и способов принятия управленческих решений.

Важность изучения дисциплины «Исследование систем управления» продиктована настоятельной необходимостью построения таких организаций (предприятий, производственных объединений, корпораций, отдельных фирм), которые обеспечат выпуск высококачественной продукции (или услуги) в нужном объеме и ассортименте. Создать такую организацию без проведения исследований невозможно. Особую роль здесь играют исследования систем управления. Эта проблема была актуальной всегда, но до недавнего времени она в большей степени решалась в рамках математических дисциплин, таких как теория вероятностей, математическая статистика, логика, теория множеств и др.

**Длительность курса:** курс рассчитан на 100 часов учебных занятий, из которых 34 часа – лекции, 17 часов – практические занятия, 49 часов – самостоятельная работа.

**Целью настоящей дисциплины** является изучение характеристик системы управления: целей, функций, управленческих решений и структуры управления, а также современных методов исследования систем управления. Изучение этих характеристик позволяет познать и оценить сущность и тенденции развития системы управления любой организации, предвидеть ее возможности и перспективы, своевременно и оперативно ее совершенствовать.

«Исследование систем управления» как дисциплина входит в состав образовательного стандарта специальности 080507 – «Менеджмент организации» и наряду с другими дисциплинами образует основу теоретической подготовки менеджеров.

Сфера использования знаний, умений и навыков по осуществлению исследований систем управления может распространяться на сферы материальных и нематериальных отраслей национальной экономики.

Приобретение студентами соответствующих знаний, умений и навыков должно позволить им на достаточно высоком научно-методическом уровне исследовать различные действующие системы управления и совершенствовать их применительно к условиям рыночных отношений и конкуренции.

Основная учебная задача дисциплины – сформировать у студентов общие научные представления о подготовке и проведении исследований систем управления, развитие навыков исследовательской работы будущих специалистов в области менеджмента.

**Задачами изучаемой дисциплины являются следующие:**

- углубление концептуальных представлений об управлении в экономике;
- овладение простыми и сложными методами исследования системы управления;
- изучение методов, специфических для менеджмента (анкетирования, интервью, экспертных оценок, проверки гипотез, профильного и матричного анализа);
- овладение методами экономической, финансовой и организационной диагностики системы управления;
- использование современного инструментария оценки конкурентоспособности, компетентности и организационной культуры фирмы;
- формирование умения использовать аналитический подход к определению недостатков систем управления и выявлению корневых проблем;
- овладение методом построения профиля характеристик фирмы;
- изучение методов оценки эффективности системы управления.

**Изучив курс, студенты должны знать:**

- области применения полученных сведений по исследованию систем управления;
- методы сбора и обработки информации при исследовании систем управления;
- современные статистические методы построения адекватных математических моделей объектов исследования;
- способы оптимизации систем управления с использованием математических моделей и при их отсутствии;

**должны уметь:**

- выделять существенные факторы по результатам опроса экспертов;
- организовывать проведение пассивных и активных экспериментов для сбора информации об объекте исследования;
- строить адекватные математические модели систем управления;
- оптимизировать существующие системы управления.

**Место учебной дисциплины в учебном процессе.**

Базой для изучения дисциплины «Исследование систем управления» являются знания, полученные студентами при изучении курсов экономической теории, статистики, основ менеджмента, маркетинга, теории организации, математических методов в менеджменте, производственного менеджмента, экономики предприятия, информационных технологий управления.

В свою очередь, дисциплина дает знания, необходимые для изучения курсов: управленческие решения, инновационный менеджмент, стратегический менеджмент. Полученные в результате изучения дисциплины знания используются при дипломном проектировании и в последующей практической деятельности выпускника.

Методика освоения дисциплины базируется на самостоятельном изучении студентами теоретического материала с помощью рекомендуемой учебно-методической литературы, закреплении его в ходе аудиторных занятий в форме лекций, семинаров и практических занятий, консультаций с преподавателем и обучающих тестов по темам.

Формы контроля знаний студентов: тесты текущего контроля, итоговый экзамен.

## ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

	Объем часов по формам обучения			
	Очная		Заочная	
	Бакалавр	Специалист	Бакалавр	Специалист
№№ семестров	8	8	8	8
Всего часов	100	100	100	100
Лекции	34	34	12	12
Практические занятия	17	17	–	–
Самостоятельная работа	49	49	14	86
Экзамен/зачет	Экзамен	Экзамен	Экзамен	Экзамен

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **Тема 1. Исследования и их роль в научной и практической деятельности человека**

Понятие исследования. Исследования в практике управления. Исследование как составная часть менеджмента организации. Анализ внутренней среды. Функциональные зоны организации. Анализ внешней среды. Виды исследований систем управления. Этапы исследования системы управления. Требования к системе управления как к объекту исследования. Характеристики процесса управления, подлежащие исследованию.

## **Тема 2. Системный анализ в исследовании систем управления**

Основные цели и задачи анализа предприятия. Понятие системы. Классификация систем. Принципы системного анализа. Основные подходы в системном исследовании. Построение дерева целей. Состав специалистов в группе по проведению анализа.

## **Тема 3. Рекомендации к постановке задач исследования систем управления**

Предварительное изучение объекта исследования. Выбор параметра оптимизации. Определение факторов, влияющих на параметр оптимизации. Априорное ранжирование факторов. Метрологическая оценка выделенных факторов.

## **Тема 4. Разработка концепции исследования систем управления**

Разработка концепции ИСУ. Источники получения сведений о деятельности организации.

## **Тема 5. Методы проведения исследования систем управления**

Классификация методов ИСУ. Состав исследования СУ. Методы построения простейших математических моделей. Полный и дробный факторный эксперимент. Построение матрицы планирования ПФЭ. Проведение ПФЭ на реальном объекте. Алгоритм обработки результатов ПФЭ. Дробный факторный эксперимент. Методы построения математических моделей второго порядка. Центральное композиционное планирование. Ортогональное центральное композиционное планирование.

## **Тема 6. Методы коллективных экспертных оценок**

Метод круглого стола. Метод типа сценариев. Метод типа Дельфи. Метод типа Дельфи. Деловая игра. Метод дерева целей. Метод морфологического ящика (ММЯ). Метод анализа иерархий.

## **Тема 7. Исследование и экспериментальная оптимизация систем управления**

Постановка задачи. Метод Гаусса – Зайделя. Метод градиента. Метод случайного поиска. Симплексный метод.

### **Тема 8. Прогнозные и плановые исследования систем управления**

Методы прогнозирования. Методы планирования.

### **Тема 9. Методы формализованного представления систем управления**

Методы формализованного представления СУ. Сетевой метод. Метод имитационного функционального моделирования.

### **Тема 10. Социологические исследования систем управления**

Цель, формы и этапы социологических исследований.

### **Тема 11. Исследование и проектирование целей управления**

Понятие цели. Классификация целей. Требования к целям. Этапы проектирования целей организации. Основные цели функциональных подсистем.

### **Тема 12. Исследование и проектирование функций управления**

Классификация функции управления. Порядок формирования состава функций управления.

### **Тема 13. Исследование и проектирование структур управления**

Понятие структуры организации. Классификация структур управления. Системный подход к формированию организационных структур. Задачи организационного проектирования. Этапы проектирования СУ методом организационного моделирования.

### **Тема 14. Исследование и проектирование управленческих решений**

Требования к управленческим решениям. Этапы и процедуры процесса принятия решений.

### **Тема 15. Эффективность и управление исследованием**

Цель исследований. Организация исследований. Источники риска и ответственность исследователя за результаты исследования. Принципы честного исследования.

# ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЗАНЯТИЙ

## Очная форма обучения

Наименование разделов и тем	Количество часов		
	Лекции	Практ. занятия	Самост. работа
1. Исследования и их роль в научной и практической деятельности человека	1	–	2
2. Системный анализ в исследовании систем управления	2	–	2
3. Рекомендации к постановке задач исследования систем управления	2	4	6
4. Разработка концепции исследования систем управления	2	–	2
5. Методы проведения исследования систем управления	2	–	2
6. Методы коллективных экспертных оценок	2	3	6
7. Исследование и экспериментальная оптимизация систем управления	7	8	10
8. Прогнозные и плановые исследования систем управления	2	–	2
9. Методы формализованного представления систем управления	2	–	2
10. Социологические исследования систем управления	2	–	2
11. Исследование и проектирование целей управления	2	1	4
12. Исследование и проектирование функций управления	2	–	2
13. Исследование и проектирование структур управления	2	–	2
14. Исследование и проектирование управленческих решений	2	1	3
15. Эффективность и управление исследованием	2	–	2
<b>Итого</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>49</b>

## Заочная форма обучения

Наименование разделов и тем	Количество часов
-----------------------------	------------------

	Лекции	Практ. занятия	Самост. работа
1. Исследования и их роль в научной и практической деятельности человека	0,5	–	4
2. Системный анализ в исследовании систем управления	0,5	–	4
3. Рекомендации к постановке задач исследования систем управления	1	–	8
4. Разработка концепции исследования систем управления	1	–	4
5. Методы проведения исследования систем управления	1	–	6
6. Методы коллективных экспертных оценок	1	–	8
7. Исследование и экспериментальная оптимизация систем управления	1	–	20
8. Прогнозные и плановые исследования систем управления	1	–	4
9. Методы формализованного представления систем управления	1	–	4
10. Социологические исследования систем управления	1	–	4
11. Исследование и проектирование целей управления	1	–	4
12. Исследование и проектирование функций управления	1	–	4
13. Исследование и проектирование структур управления	1	–	4
14. Исследование и проектирование управленческих решений	1	–	4
15. Эффективность и управление исследованием	1	–	4
<b>Итого</b>	<b>14</b>	<b>–</b>	<b>86</b>

# КРАТКИЙ КУРС ЛЕКЦИЙ

## Тема 1. Исследования и их роль в научной и практической деятельности человека

### 1.1. Понятие исследования

#### Основные характеристики исследования.

**Управление** – это целенаправленное воздействие на объект исследования, основанное на информации об этом объекте. Система управления в организациях предназначена для подобных воздействий на коллектив организации, имеет некоторые общие и специфические характеристики, подлежащие исследованию.

**Исследование систем управления** – это вид деятельности, направленный на развитие и совершенствование управления в соответствии с постоянно изменяющимися внешними и внутренними условиями. Исследование управления проводится каждодневно менеджерами, персоналом, аналитическими группами, лабораториями и др. и занимает в работе менеджеров до 30 процентов времени. Иногда для проведения исследования приглашают консультационные фирмы. Необходимость в исследованиях систем управления продиктована большим кругом проблем, с которыми приходится сталкиваться организациям.

От правильного решения этих проблем зависит успех работы этих организаций. Исследования систем управления могут быть различными как по целям, так и по методологии их проведения.

Исследование как вид деятельности в процессе управления организаций включает следующие работы:

- распознавание проблемы;
- определение причин ее происхождения и места проблемы в системе научных знаний и в системе практического управления;
- нахождение информации по данной проблеме;
- разработка вариантов решения проблемы;
- выбор оптимального варианта решения проблемы по критериям результативности, оптимальности, эффективности.

На практике эти работы находятся в тесной взаимосвязи.

Исследования необходимо проводить не только когда организациям грозит банкротство или кризис, но и когда организации функционируют успешно и стабильно. Своевременные исследования помогут удержать этот стабильный уровень работы, выяснить, что мешает, что стимулирует ее работу.

Необходимость проведения исследований продиктована также постоянно меняющимися целями функционирования организаций, что естественно в условиях рыночной конкуренции и постоянно меняющегося спроса потребителей.

Исследования необходимы как с научной, так и с практической точек зрения. С научной точки зрения исследование – это разработка методологии проведения исследований, являющейся источником фундаментальных теоретических положений.

С практической точки зрения исследования должны уметь проводить конкретные люди, которых необходимо вооружить нужными знаниями, обучить методам проведения исследований, разъяснить, для чего это нужно и какие цели при этом достигаются. Главная цель исследований – построение наилучшей из возможных (эталонной) модели системы управления, к которой должна стремиться организация.

Специалисты, проводящие исследования, должны:

- иметь опыт работы в области управления;
- обладать знаниями современных методов и техники управления;
- обладать знаниями методов исследования операций и системного анализа;
- иметь способности к общению со специалистами различных уровней и профилей;
- уметь систематизировать полученную информацию;
- иметь способности к креативному мышлению.

Выполнение этих требований определяет необходимость специального подбора и подготовки исследователей, поскольку от результатов их деятельности в значительной степени зависит эффективность работы предприятия. Подготовка таких специалистов осуществляется заблаговременно и сопровождается стажировкой исследователей в процессе разработки новой модели системы управления.

Исследование систем управления включает:

- уточнение цели развития и функционирования предприятия и его подразделений;
- выявление тенденций развития предприятия в конкретной рыночной среде;
- выявление факторов, обеспечивающих достижение сформулированной цели и препятствующих ей;
- сбор необходимых данных для разработки мероприятий по совершенствованию действующей системы управления;
- получение необходимых данных для привязки современных моделей, методов и средств к условиям конкретного предприятия.

В процессе исследования и анализа работы организации устанавливается:

- роль и место данного предприятия в соответствующем секторе рынка;
- состояние производственно-хозяйственной деятельности предприятия;
- производственная структура предприятия; система управления и ее организационная структура;

- особенности взаимодействия предприятия с потребителями, поставщиками и другими участниками рынка; инновационная деятельность предприятия;
- психологический климат предприятия и др.

## **1.2. Исследования в практике управления**

Практика управления привела к следующей динамике научных взглядов на управление. Изначально теоретики и практики управления рассматривали организации как «замкнутые системы».

Их основные позиции:

- Предприятие – закрытая система, для которой характерна определенная стабильность целей, задач и условий деятельности.
- Главный фактор успеха и конкурентоспособности – рост масштабов производства продукции и услуг.
- Главная задача менеджмента состоит в рациональной организации производства, эффективном использовании всех видов ресурсов и росте производительности труда.
- Главными источниками прибавочной стоимости являются факторы производства и производительность труда рабочих.
- Основой системы управления является контроль всех видов деятельности, функциональное разделение работ, нормы, стандарты и правила, обеспечивающие дисциплину, порядок и эффективное использование всех видов ресурсов.

Новая система взглядов на менеджмент в радикально меняющейся экономической среде была сформирована в 70–80-е гг. XX в. (вследствие научно-технического прогресса и колоссальной концентрации научного и производственного потенциала):

- Предприятие – это «открытая» система, рассматриваемая в единстве факторов внутренней и внешней среды.
- Ориентация на качество продукции и услуг, на удовлетворение потребителей.
- Ситуационный подход к управлению, признание важности быстроты и адекватности реакции, обеспечивающих адаптацию к условиям существования фирмы, при которых внутренняя рационализация производства ставится в зависимость от требований внешней среды.
- Главные источники прибавочной стоимости – люди, обладающие знаниями, и условия для реализации их потенциала.
- Система управления, ориентированная на повышение роли организационной культуры и нововведений, на мотивацию работников и лидерский стиль руководства.

В 90-е гг. XX в. основное внимание в принципах управления обращается на человеческий или социальный аспект управления:

- лояльность к работающим;
- ответственность как обязательное условие успешного менеджмента;

- коммуникации, пронизывающие организацию снизу вверх, сверху вниз, по горизонтали;
- атмосфера в организации, способствующая раскрытию способностей работающих;
- обязательное установление долевого участия каждого работающего в общих результатах;
- своевременная реакция на изменения в окружающей среде;
- методы работы с людьми, обеспечивающие их удовлетворенность работой;
- непосредственное участие менеджеров в работе групп на всех этапах как условие согласованной работы;
- умение слушать всех, с кем сталкивается в своей работе менеджер: покупателей, поставщиков, исполнителей, руководителей и т.п.;
- этика бизнес;
- честность и доверие к людям;
- опора на фундаментальные основы менеджмента: качество, затраты, сервис, нововведения, контроль ресурсов, персонал;
- видение организации, т.е. четкое представление о том, какой она должна быть;
- качество личной работы и ее постоянное совершенствование.

### ***Исследования в практике управления в Российской Федерации.***

Система взглядов, в течение 70 лет определявшая развитие теории и практики управления, сформировалась под воздействием марксистской парадигмы экономического развития. В ней критерием социальной ориентации экономики выступало всестороннее развитие личности. В соответствии с этим управленческая наука развивала фундаментальные положения, обосновывающие необходимость централизации управления, моноцентрической системы хозяйствования, прямого управления предприятиями со стороны государства, ограничения хозяйственной самостоятельности предприятий, жесткой системы распределения и связей между предприятиями. Эта система взглядов находила отражение в теоретических разработках и практике управления социалистическим производством.

Система взглядов на управление экономикой в переходный период, составляющая новую парадигму управления, базируется на следующих положениях:

- децентрализация системы управления;
- переход к полицентрической системе хозяйствования;
- сочетание рыночных и административных методов управления предприятиями государственного сектора;
- концепция управления организациями негосударственного сектора как открытыми, социально ориентированными системами.

### **1.3. Исследование как составная часть менеджмента организации**

Процесс исследования осуществляется в рамках управляемой системы и управляющих подсистем, следовательно, касается всех аспектов деятельности организации. Исследованию подлежат сильные и слабые стороны организации, процесс производства и сбыта (на предприятии), финансовое состояние, службы маркетинга, персонал, а также организационная культура.

Исследования являются составной частью менеджмента организации и представляют собой совокупность методов организационного и технико-экономического исследования всех указанных выше факторов и системных характеристик конкретной организации. Поиск путей и методов совершенствования системных характеристик является основной целью исследований.

К таким характеристикам относятся:

- цели системы управления;
- функции управления;
- управленческие решения;
- структура управления.

В основу исследований положены следующие подходы:

- системный подход, означающий исследование конкретного объекта как системы, включающей в себя все составные элементы или характеристики организации (методы управления, технология управления, организационная структура, кадры управления, технические средства управления, информация).

Рассматриваются связи объекта между элементами, а также внешние связи объекта, позволяющие рассматривать его как подсистему для более высокого уровня:

- функциональный подход, означающий исследование функций управления, обеспечивающих принятие управленческих решений заданного уровня качества;
- общегосударственный подход к оценке результатов управленческой деятельности и затрат на содержание аппарата управления;
- творческий коллективный подход для поиска наиболее экономичного и эффективного варианта совершенствования системы управления.

Проведение исследования осуществляется в следующих случаях:

- при совершенствовании системы управления действующей организации;
- при разработке системы управления вновь создающейся организации;
- при совершенствовании системы управления производственных объединений или предприятий в период реконструкции или технического перевооружения;
- при совершенствовании системы управления вследствие изменения формы собственности.

Исследования как составная часть менеджмента решают следующие задачи:

1. Достижение оптимального соотношения между управляемой и управляющей подсистемами (сюда входят показатели норм управляемости, показатели эффективности работы аппарата управления, сокращение затрат на управление).

2. Повышение производительности труда управленческих работников и рабочих производственных подразделений.

3. Улучшение использования материальных, трудовых, финансовых ресурсов в управляющей и управляемой подсистемах.

4. Снижение затрат на продукцию или услуги и повышение их качества.

В результате проведения исследований должны быть сформулированы конкретные предложения по совершенствованию системы управления организацией.

#### **1.4. Анализ внутренней среды. Функциональные зоны организации**

Чтобы определить стратегию поведения организации и провести ее в жизнь, руководство должно иметь представление о внутренней среде организации, ее потенциале и тенденциях развития.

Внутренняя среда организации оказывает постоянное и самое непосредственное воздействие на функционирование организации.

Внутренняя среда имеет несколько срезов (функциональных зон), каждый из которых включает набор ключевых процессов и элементов организации, состояние которых в совокупности определяет тот потенциал и те возможности, которыми располагает организация:

- Кадровый срез внутренней среды охватывает такие процессы, как: взаимодействие менеджеров и рабочих; найм, обучение и продвижение кадров; оценка результатов труда и стимулирование; создание и поддержание отношений между работниками и т.п. (функциональная зона «кадры»).

- Организационный срез включает в себя: коммуникационные процессы; организационные структуры; нормы, правила, процедуры; распределение прав и ответственности; иерархию подчинения (функциональная зона «структура»).

- В производственный срез входят: изготовление продукта, снабжение и ведение складского хозяйства; обслуживание технологического парка; осуществление исследований и разработок (функциональная зона «производство»).

- Маркетинговый срез внутренней среды организации охватывает все те процессы, которые связаны с реализацией продукции. Это стратегия продукта, стратегия ценообразования; стратегия продвижения продукта на рынке; выбор рынков сбыта и систем распределения (функциональная зона «маркетинг»).

- Финансовый срез включает в себя процессы, связанные с обеспечением эффективного использования и движения денежных средств в организации. В частности, это поддержание ликвидности и обеспечение прибыльности, создание инвестиционных возможностей и т.п. (функциональная зона «финансы»).

- Срез организационной культуры. Внутренняя среда как бы полностью пронизывается организационной культурой, которая так же, как вышеперечисленные срезы, должна подвергаться самому серьезному изучению в процессе анализа внутренней среды организации (функциональная зона «культура»).

### 1.5. Анализ внешней среды

Исследователи оценивают внешнюю среду по трем параметрам:

- изменения, которые воздействуют на разные аспекты текущей стратегии;
- факторы, представляющие угрозу для текущей стратегии фирмы;
- факторы, представляющие больше возможностей для достижения общефирменных целей путем корректировки плана.

С точки зрения оценки угроз и возможностей роль анализа внешней среды заключается в ответе на три конкретных вопроса:

1. Где сейчас находится предприятие?
2. Где, по мнению высшего руководства, должно находиться предприятие в будущем?
3. Что должно сделать руководство, чтобы предприятие переместилось из того положения, в котором находится сейчас, в то положение, где его хочет видеть руководство?

Факторы внешней среды классифицируют по группам:

**1. Экономические факторы** (темпы инфляции, международный платежный баланс, уровни занятости и т.д.). Каждый из них может представлять либо угрозу, либо новую возможность для предприятия.

**2. Политические факторы.** Активное участие предпринимательских фирм в политическом процессе является указанием на важность государственной политики для организации; следовательно, государство должно следить за нормативными документами местных органов, властей субъектов государства и федерального правительства.

**3. Рыночные факторы.** Рыночная среда представляет собой постоянную опасность для фирмы. К факторам, воздействующим на успехи и провалы организации, относятся распределение доходов населения, уровень конкуренции в отрасли, изменяющиеся демографические условия, легкость проникновения на рынок.

**4. Технологические факторы.** Анализ технологической среды может, по меньшей мере, учитывать изменения в технологии производства, применение ЭВМ в проектировании и предоставлении товаров и услуг или успехи в технологии средств связи. Руководитель любой фирмы должен

следить за тем, чтобы не подвергнуться «шоку будущего», разрушающего организацию.

**5. Факторы конкуренции.** Любая организация должна исследовать действия своих конкурентов: анализ будущих целей и оценка текущей стратегии конкурентов, обзор предпосылок в отношении конкурентов и отрасли, в которой функционируют данные компании, углубленное изучение сильных и слабых сторон конкурентов.

**6. Факторы социального поведения.** Эти факторы включают меняющиеся отношения, ожидания и нравы общества (роль предпринимательства, роль женщин и национальных меньшинств в обществе, движение в защиту интересов потребителей).

**7. Международные факторы.** Руководство фирм, действующих на международном рынке, должно постоянно оценивать и контролировать изменения в этой широкой среде. Таким образом, анализ внешней среды позволяет организации создать перечень опасностей и возможностей, с которыми она сталкивается в этой среде.

### **1.6. Виды исследований систем управления**

По целям выделяют практические и научно-практические исследования. Практические исследования предназначены для быстрых эффективных решений и достижения желаемых результатов. Научно-практические исследования ориентированы на перспективу, более глубокое понимание тенденций и закономерностей развития организаций, повышение образовательного уровня работников.

*По методологии проведения* различают исследования эмпирического характера и опирающиеся на систему научных знаний.

Разнообразны исследования и по использованию ресурсов, по трудоемкости, по продолжительности, по информационному обеспечению, по организации проведения. В каждом конкретном случае, исходя из поставленных целей, выбирают необходимый вид исследования.

### **1.7. Этапы исследования системы управления**

Все работы по исследованию и оптимизации процессов с использованием экспериментов должны строго выполняться по следующим пяти этапам:

1. Постановка задачи исследований и оптимизации.
2. Планирование эксперимента.
3. Организация и проведение эксперимента.
4. Обработка экспериментальных данных.
5. Анализ результатов.

1. Этап **«Постановка задачи исследований и оптимизации»** включает следующее:

- 1.1. Формулирование альтернативных вариантов задач исследований

как экстремальных задач с ограничениями. Определение используемых терминов.

1.2. Сбор априорной информации об объекте исследования, включающей систематизированные сведения о способах получения и методах исследования свойств его аналогов.

1.3. Составление наиболее полного перечня факторов, имеющих отношение к объекту исследования, и их классификации.

1.4. Построение сигнальных графов, отражающих причинно-следственные связи между факторами.

1.5. Априорное ранжирование факторов. Обоснованное исключение несущественных факторов в сигнальных графах.

1.6. Обоснование выбора единиц измерения для каждого выделенного фактора.

1.7. Определение условий измерения выделенных факторов.

1.8. Определение диапазона изменения для каждого выделенного фактора.

1.9. Метрологическое обследование средств и методов измерения выделенных факторов.

1.10. Описание гипотез о механизме исследуемых явлений.

1.11. Изучение возможностей имеющейся экспериментальной базы.

1.12. Определение возможностей имеющегося информационного оснащения для выполнения исследований.

1.13. Обоснование выбора одного из вариантов задачи экспериментального исследования. Задача должна иметь четкий физический смысл и обеспечить возможность однозначной количественной оценки критерия оптимизации.

1.14. Математическая запись задачи исследований.

2. На этапе **«Планирование эксперимента»** выполняются следующие основные работы:

2.1. Обоснование выбора центральной точки плана.

2.2. Разработка матрицы планирования эксперимента.

2.3. Оценка соответствия плана эксперимента имеющейся экспериментальной базе.

2.4. Оценка соответствия плана эксперимента имеющемуся информационному оснащению для выполнения исследований.

2.5. Уточнение плана эксперимента и обоснование выбора алгоритма обработки данных.

3. На этапе **«Организация и проведение эксперимента»** выполняются следующие основные работы: |

3.1. Разработка программы проведения эксперимента.

3.2. Подготовка к проведению экспериментальных исследований в соответствии с разработанной программой.

3.3. Проверка воспроизводимости эксперимента. В случае отсутствия воспроизводимости работа выполняется заново с подэтапа 1.3.

3.4. Реализация эксперимента в строгом соответствии с программой его проведения.

3.5. Регистрация информации и представление полученных результатов эксперимента по форме, указанной в программе его проведения.

3.6. Оценка соответствия выполненных работ требованиям программы проведения эксперимента.

В случае несоответствия программе проведения эксперимент повторяется заново с подэтапа 3.4.

4. Этап **«Обработка экспериментальных данных»** включает выполнение следующих основных работ:

4.1. Уточнение алгоритма обработки экспериментальных данных.

4.2. Выбор необходимых программных продуктов, реализующих алгоритм решения задачи.

4.3. Ввод исходных данных в компьютер и контроль достоверности введенной информации.

4.4. Подготовка задачи для решения на компьютере и получение результатов расчета.

5. Этап **«Анализ результатов»** включает выполнение следующих основных работ:

5.1. Статистический анализ результатов обработки экспериментальных данных.

5.2. Интерпретация результатов обработки данных.

5.3. Экспериментальная проверка полученных результатов. При отсутствии экспериментального подтверждения полученных результатов исследования, работа выполняется заново с подэтапа 2.5.

5.4. Оценка соответствия полученных результатов исходной постановке задачи.

В случае несоответствия полученных результатов исходной постановке задачи выполняются следующие работы:

5.4.1. Определение ранжированного перечня причин, помешавших достижению цели.

5.4.2. Детальный анализ каждой причины.

5.4.3. Принятие решений о продолжении исследований:

- повторить работу с этапа 4;
- повторить работу с этапа 2;
- повторить работу с этапа 1.

5.5. Принятие решения об окончании маркетинговых исследований и оптимизации.

***Порядок проведения экспериментальных исследований***

1. При проведении экспериментальных исследований в промышленных условиях могут решаться задачи двух основных классов:

- исследование и оптимизация объекта в статике;
- исследование и оптимизация объекта в динамике.

2. Решение статических задач осуществляется методами:

- пассивного эксперимента;
- активного эксперимента (эволюционного планирования);
- активно-пассивного эксперимента.

2.1. Пассивный эксперимент заключается в регистрации всех интересующих исследователя факторов в ходе нормальной работы объекта исследования без нанесения специальных программированных возмущающих воздействий. Пассивный эксперимент проводится в случаях, когда недопустимо какое-либо вмешательство в процесс промышленного производства из-за возникновения брака или аварий при выпуске валовой продукции.

2.2. Активный эксперимент (эволюционные планы) предусматривает активное вмешательство в производственный процесс в пределах допустимых регламентом норм.

2.3. Активно-пассивный эксперимент проводится в тех случаях, когда разрешено частичное варьирование ряда факторов при реализации пассивного эксперимента для всех остальных факторов.

3. Решение динамических задач может осуществляться путем проведения активного или пассивного эксперимента. При одномерных и двухмерных динамических задачах (задачах анализа временных рядов) в основном решаются следующие вопросы:

- оценка стационарности процесса;
- оценка случайности процесса;
- фильтрация рядов (задачи сглаживания, выделения гармонических составляющих и др.);
- экстраполяция рядов (задачи прогноза);
- статистические оценки временных рядов (оценки авто- и взаимокорреляционных функций, спектральных плотностей и другие);
- оценки динамических характеристик объекта (передаточные функции, импульсные характеристики и другие);
- построение динамических моделей объекта.

Для решения многомерных динамических задач применяется теория многомерных случайных процессов.

4. При активном воздействии (активном эксперименте) используются некоторые типовые входные сигналы и изучается реакция системы на эти сигналы.

5. В случае решения статистических задач методом пассивного эксперимента определяются:

- продолжительность эксперимента;

- частота съема данных (квантование по времени);
- временные сдвиги между входными и выходными факторами (учет динамики объекта);
- объем выборки.

На основе этих данных планируют пассивный эксперимент.

6. После проведения пассивного эксперимента и получения данных осуществляют их обработку на компьютере по программам множественного регрессионного анализа (МРА).

7. Корректность использования МРА (оценка выполнимости предпосылок МРА) затем проверяется на компьютере с использованием программ остаточного анализа, в результате которого оценивается целесообразность коррекции полученной математической модели.

8. Пассивный эксперимент применим для математического описания любого промышленного объекта, однако он характеризуется значительной продолжительностью и неоптимальностью получаемых оценок параметров модели (из-за частых нарушений предпосылок МРА).

9. Пассивный эксперимент в основном используется для получения математических моделей с целью решения задач прогноза.

### **1.8. Требования к системе управления как к объекту исследования**

Признаки организованности системы управления:

1) Детерминированность. Выделение элементов системы, каждого со своими обязанностями и полномочиями. Если в организации есть отдел, деятельность которого никак не связана с другими отделами, то его можно исключить.

2) Динамичность. Способность организации оставаться некоторое время в неизменном качественном состоянии под воздействием возмущений.

3) Наличие управляющего параметра. Группа лиц, которая оказывает воздействие на систему.

4) Наличие контролирующего параметра. Лицо (отдел), которое следит за состоянием системы и диагностирует ее состояния. Но никаких решений не принимает, а только докладывает результаты руководству.

5) Наличие в системе каналов обратной связи. Различают положительную и отрицательную обратные связи. Положительная связь в системе приводит к изменению состояния системы по отношению к предыдущему ее состоянию при наличии незначительных возмущающих воздействий, а отрицательная – к стабилизации состояния системы, даже в случае значительных возмущений в системе.

### **1.9. Характеристики процесса управления, подлежащие исследованию**

*В процессе функционирования предприятия исследуются:*

- Цели предприятия реальные и номинальные.
- Регламентирующие документы, определяющие состав и порядок работы предприятия (Положение о предприятии, Устав).

• Структура предприятия и ее соответствие Положению об организации.

- Функции предприятия общие и специфические.
- Номенклатура специалистов на предприятии.
- Должностные инструкции специалистов.
- Нормы загрузки специалистов.
- Реальная загрузка специалистов.
- Связи между подразделениями предприятия.
- Проблемность организации (динамика, способы выхода).
- Стиль руководства.
- Ценности в коллективе.
- Отношения в коллективе.
- Схема принятия решений.
- Процедуры принятия решений.
- Периодичность принятия решений.
- Степень интеграции.
- Доступ к дешевым ресурсам.

### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Каково содержание процесса исследования как вида деятельности человека?
2. Зачем надо исследовать системы управления?
3. Что понимается под исследованием систем управления?
4. Какие виды исследований вы знаете?
5. Из каких этапов состоит исследование системы управления? Какова их последовательность?
6. Почему исследование систем управления – составная часть менеджмента организации?
7. Какие требования предъявляют к системе управления как объекту исследования?
8. Какие характеристики процесса управления подлежат исследованию?
9. Какова роль обратной связи в системах управления?
10. Каковы этапы проведения исследований?

## **Тема 2. Системный анализ в исследовании систем управления**

### **2.1. Основные цели и задачи анализа предприятия**

**Системный анализ** – это комплекс исследований, направленных на выявление общих тенденций и факторов развития организации и выработку мероприятий по совершенствованию системы управления и всей производственно-хозяйственной деятельности организации.

**Конечной целью** системного анализа является разработка и внедрение выбранной эталонной модели.

Первостепенной задачей системного анализа является определение глобальной цели развития организации и целей функционирования. Имея конкретные цели, можно выявить и проанализировать факторы, способствующие либо препятствующие скорейшему достижению этих целей. Основные цели и задачи анализа предприятия приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

### Основные цели и задачи анализа предприятия

Цель	Что необходимо сделать для достижения цели	Как использовать результаты исследования
1. Увеличить выпуск конкурентоспособной продукции	Изучить рынок сбыта выпускаемой продукции	В качестве стратегии развития предприятия
2. Повысить рентабельность производства	Изучить финансовое состояние предприятия	В качестве критерия рентабельности производства
3. Обеспечить ритмичность производства	Изучить работу производственно-диспетчерского отдела	В качестве оптимальных показателей режимов работы
4. Повысить обоснованность производственных планов	Изучить работу планово-экономического отдела	Улучшить планирование
5. Внедрить методы маркетингового исследования	Изучить работу отдела маркетинга	Расширение отдела маркетинга предприятия
6. Обосновать и разработать программу развития предприятия	Разработать конкретные бизнес-планы по каждому изделию	Улучшить баланс мощностей предприятия

В таблице показано, как могут быть взаимосвязаны конкретные цели и задачи анализа.

На схеме приведен пример структуризации выбранных целей функционирования предприятия.

Как видно из рисунка 2.1, для реализации *цели 1* «Повышение эффективности функционирования предприятия» необходимо реализовать, как минимум, три цели:

- 1.1. «Внедрение новой техники»;
- 1.2. «Совершенствование организации производства»;
- 1.3. «Совершенствование систем управления».



Рис. 2.1. Фрагмент дерева целей организации

Следует иметь в виду, что для анализа организации на основе системы целей необходимо выявить и сформулировать совокупность всех целей функционирования на каждом уровне системы управления. В таком случае дерево целей будет наиболее полным. Главная задача такой структуризации заключается в том, чтобы довести цель до каждого конкретного подразделения и исполнителя. Это является залогом успешной реализации функциональной стратегии организации.

## 2.2. Понятие системы. Классификация систем

**Определение понятия системы.** Основной спецификой ИСУ является то, что эта система рассматривает управление нетрадиционно. Менеджмент в ИСУ рассматривается как система (сложная).

**Системный подход** – рассмотрение любого объекта как системы.

**Системность** – всеобщее свойство материи.

Повышение системности – основная цель управления. Направления повышения системности:

- системность практической деятельности;
- системность познавательной деятельности;
- системность среды обитания.

**Система** – это совокупность элементов, взаимосвязанных друг с другом, образующих целостность, единство.

**Признаки системы:**

- наличие многих элементов;
- наличие связей между элементами;
- представляет собой единое целое, т.е. объединение через единую цель.

**Описание систем проходит** на различных уровнях абстрагирования:

1. **Символический** или лингвистический (описание с помощью образов или словесно).

2. **Теоретико-множественный** (система описывается формальными методами как множество, совокупность множеств).



$X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$  – множество входных воздействий на систему;

$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$  – вектор, описывающий состояние системы (вектор выходных параметров).

Рис. 2.2. Схема описания системы формальными методами

Система представляет собой преобразование множества входов на множество выходов.

3. **Абстрактно-логический** (описание системы в виде элементов и правил их взаимодействия).

4. **Топологический** (представление системы в виде графиков, карт и т.д.).

5. **Теоретико-информационный** (сетевые, иерархические и реляционные базы данных).

6. **Эвристический** (описание системы в виде идей, мыслей, гипотез, предположений, прогнозов).

### **Основные характеристики системы и принципы функционирования**

Системы описываются в виде реально существующей системы с помощью системных критериев и категорий. Выделяют параметры систем и принципы их функционирования.



**Параметры систем:**

1. **Элемент системы** – часть системы, имеющая определенное функциональное назначение:

1.1. Атомистические (неделимые) элементы;

1.2. Подсистемы.

2. **Организация** – внутренняя упорядоченность, согласованность взаимодействия элементов системы, проявляющаяся в ограничении разнообразия состояний элементов в рамках системы.

3. **Структура** – совокупность внутренних устойчивых связей между элементами системы, определяющая ее основные свойства.

4. **Состояние системы** (статическая характеристика) – это вектор значений параметров, характеризующих систему в данный момент времени  $t$ :

$$C(t) = \{P(t), L(t), S(t), N(t) \dots\}$$

$P(t)$  – мощность производства

$L(t)$  – количество рабочих

$S(t)$  – себестоимость

$N(t)$  – объем выпуска

Система может иметь начальное  $C(0)$ , промежуточное  $C(t)$  и конечное состояние  $C(t_k)$ , где  $t_k$  – время существования системы.

5. **Поведение системы** (динамическая характеристика) – совокупность действий, изменений изучаемой системы и ее реакций на внешние воздействия: изменение, развитие, рост.

$$P = f(t, Q)$$

$Q$  – совокупность существенных параметров системы – параметров, отобранных для анализа моделируемого объекта как необходимых, так и достаточных для его характеристики с учетом целей моделирования. Они влияют на устойчивость системы: если значение параметра выходят за рамки допустимого, то система рушится.

В теории организации, в теории деловых игр, технологии труда, в теории принятия решений используется модель экономического поведения.

6. **Связь** – это форма взаимных ограничений влияния элементов друг на друга; при отсутствии ограничений, связь также отсутствует.

#### **Принципы функционирования системы:**

1. **Детерминизм** – закономерная связь, взаимообусловленность всех явлений.

2. **Целостность** (эмерджентность) – свойства системы не сводятся к сумме свойств составляющих ее элементов.

3. **Гомеостаз** – свойство системы сохранять в процессе взаимодействия со средой значение существенных переменных в некоторых пределах.

4. **Принцип разнообразия** – для решения задач управления сложными системами необходимо учесть большое разнообразие всевозможных факторов; разнообразие состояний системы можно определить как энтропию:

$$H = \log_2(m),$$

где  $m$  – множество состояний системы.

Закон ограничения разнообразия (закон Эшби) – из всех возможных состояний системы необходимо выбрать то, которое наиболее полно отвечает целям функционирования системы.

### 2.3. Принципы системного анализа

Принципы системного анализа (подхода):

1) **Детерминированность**: в основе этого принципа лежит утверждение о том, что у любого явления есть причина. Свойство детерминированности означает, что в системе выделяются некоторые элементы, присущие только ей. Любые изменения в этой системе приводят к изменению всех ее элементов.

2) **Структурность** (связанность): все элементы системы связаны между собой. Если в системе существует элемент, который никак не связан ни с одним другим элементом системы, то этот элемент лишний в системе.

3) **Иерархичность**: какой уровень системы кому подчиняется. Необходим для установления порядка в системе.

4) **Множественность**: означает, что дальнейших путей развития может быть много. Руководитель должен прислушаться к множеству различных мнений и принять наиболее логичное решение. Наука, изучающая самоорганизацию систем, – синергетика.

5) **Целостность (эмерджентность)**: если мы рассматриваем какой-либо объект в целом, то у него всегда есть некоторые свойства, которых нет у его отдельных элементов.

### 2.4. Основные подходы в системном исследовании

**Системный подход** – это направление методологии научного познания и практической деятельности, в основе которого лежит исследование объекта как целостной социально-экономической системы.

При системном подходе определяют параметры входа, т.е. исследуется потребность в ресурсах (материальных, финансовых, трудовых и информационных), которая определяется после детального изучения организационно-технического уровня рассматриваемой системы (уровня техники, технологии, особенности организации производства, труда и управления) и параметров внешней среды (экономической, геополитической, социальной, экологической и др.). И, наконец, не менее важное значение приобретает исследование параметров процесса, преобразующего ресурсы в готовую продукцию. На этом этапе, в зависимости от объекта исследования, рассматривается производственная технология либо технология управления, а также факторы и пути ее совершенствования.

Таким образом, системный подход позволяет оценить: производственно-хозяйственную деятельность и деятельность системы управления с использованием конкретных ее характеристик, состояние исследуемой системы, выявить характер проблем входа, процесса и выхода.

Применение системного подхода позволяет также организовать процесс принятия решений в системе управления.

**Комплексный подход** направлен на анализ как внутренней, так и внешней среды организации. Это означает, что необходимо учитывать не только внутренние, но и внешние факторы – экономические, геополитические, социальные, демографические, экологические и др. Однако часто социальные вопросы при проектировании новых организаций не учитываются либо откладываются. При внедрении новой техники не всегда принимаются во внимание показатели эргономичности, что приводит к повышению утомляемости рабочих и в итоге – к снижению производительности труда. При формировании новых трудовых коллективов должным образом не учитываются социально-психологические аспекты, в частности, проблемы мотивации труда.

**Интеграционный подход** используется для исследования функциональных связей информационного обеспечения систем управления как по вертикали (между отдельными элементами системы управления), так и по горизонтали (на всех стадиях жизненного цикла продукта).

Под **интеграцией** понимается объединение субъектов управления для усиления взаимодействия элементов системы управления.

Интеграционный подход позволяет упрочить связи между отдельными подсистемами организации, сделать задания более конкретными, применяя определенные показатели их деятельности по качеству, количеству, затратам ресурсов, срокам и т.д. На основе выполнения этих показателей достигаются поставленные цели.

Интеграция по стадиям жизненного цикла продукта (по горизонтали) требует формирования единой и четкой информационной системы управления, которая должна включать, прежде всего, показатели качества и количества затрат по стадиям научно-исследовательской, конструкторской и технологической подготовки производства, а также показатели собственно производства, внедрения, эксплуатации и снятия изделия с производства.

Такая согласованность показателей по стадиям жизненного цикла продукта позволяет создать структуру управления, обеспечивающую оперативность и гибкость управления.

Интеграция по вертикали представляет собой объединение юридически самостоятельных организаций для наилучшего достижения поставленных целей. Это обеспечивается, во-первых, объединением усилий людей, т.е. синергетическим эффектом, во-вторых, созданием новых научно-экспериментальных баз, внедрением новых технологий и нового оборудования. Это, в свою очередь, создает условия для улучшения связей по вертикали между федеральными, муниципальными органами управления и отдельными организациями, особенно в производственной и социальной сферах деятельности.

Такая интеграция обеспечивает наилучший контроль и регулирование в процессе реализации новых указов, постановлений и другой

регламентирующей документации. Интеграция дает организациям дополнительные возможности для повышения их конкурентоспособности за счет расширения сотрудничества. Появляется более широкий простор для развития и внедрения новых идей, выпуска качественной продукции, оперативности в реализации принятых решений.

Применение интеграционного подхода создает условия для наилучшего осуществления стратегических задач на всех уровнях в системе управления: на уровне холдинга, отдельных компаний и конкретных подразделений.

**Ситуационный подход** заключается в анализе конкретных ситуаций, разнообразие которых существенно влияет на эффективность управления; система управления в зависимости характера ситуаций может менять свои характеристики. Объектами анализа при ситуационном подходе являются:

- структура управления, определяемая в зависимости от ситуации и на основании проведенных расчетов с преобладанием либо вертикальных, либо горизонтальных связей;
- методы управления;
- стиль руководства, определяемый в зависимости от профессионализма, численности и личностных качеств сотрудников, ориентированный либо на решение управленческих задач, либо на человеческие отношения;
- внешняя и внутренняя среда организации;
- стратегия развития организации;
- технологические особенности производственного процесса.

**Маркетинговый подход** предполагает проведение анализа организаций на основе результатов маркетинговых исследований. Главной целью при таком подходе является ориентация управляющей системы на потребителя. Реализация поставленной цели требует, прежде всего, совершенствования деловой стратегии организаций, цель которой обеспечить своей организации устойчивое конкурентное преимущество. Маркетинговый анализ призван выявить эти конкурентные преимущества и факторы, их определяющие:

- качество продукции или услуг;
- качество управления самой организацией;
- маркетинговое качество, т.е. свойство товара соответствовать реальной потребности населения.

При маркетинговом подходе важно учитывать конкурентную позицию, т.е. позицию исследуемой организации в отрасли на данный период времени.

Маркетинговый подход позволяет обеспечить организацию необходимой информацией, знание которой позволит удержать и сохранить свою конкурентную позицию в отрасли.

**Инновационный подход** основан на умении организации быстро реагировать на изменения, диктуемые внешней средой. Это касается внедрения нововведений новых технических решений, неуклонного возобновления производства новых товаров и услуг для наилучшего удовлетворения потребностей рынка сбыта. Залог успешного

функционирования любой организации в том, что она должна идти не только вровень с техническим прогрессом, но и опережать его.

Инновационный подход также требует проведения системного анализа, а именно анализа возможностей организации для внедрения того или иного новшества. Процесс анализа при инновационном подходе весьма сложен и охватывает все стадии жизненного цикла продукта:

1. Анализ возможности проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Здесь необходимо определить, располагает ли данная организация необходимыми финансовыми ресурсами. Как правило, финансирование осуществляется инвестиционными компаниями, частными и государственными фондами, при этом финансируется определенный проект или новая научная идея. Финансирование осуществляется в несколько этапов: сначала прикладные исследования, затем опытные разработки, и на заключительном этапе – финансирование массового производства. Поиск надежных финансовых инвесторов имеет немаловажное значение, поскольку наукоемкое производство таит в себе большую неопределенность. Многие нововведения доходят до массового производства из-за того, что отвергаются рынком, и финансовый риск здесь достаточно велик.

На этой стадии также необходимо выяснить, имеется ли в команде исполнителей специальная группа, которая будет заниматься разработкой и реализацией инновационных проектов, и какова их профессиональная подготовка.

2. Анализ возможности внедрения в производство результатов НИР и ОКР. Здесь необходимо определить техническую, организационную и экономическую целесообразность внедрения новой техники либо технологии.

3. Анализ возможности вывода нового продукта на рынок. Особую роль здесь играет маркетинговый подход. Необходимо изучить требования рынка, характер продукции подобного типа, пользующейся спросом, определить, где она производится и в каком количестве.

Немаловажную роль играет и собственная конкурентная позиция. Именно на этой стадии анализа должна в наибольшей степени проявить себя деловая (конкурентная) стратегия организации, от которой зависит продолжительность жизни товара – от первых продаж до насыщения спроса и ухода с рынка

При инновационном подходе необходимо помнить: чтобы успешно конкурировать на рынке, нужно дать возможность изобретателям создавать новые вещи, свободно творить и доводить свои изобретения до успешной реализации. Для этого команде изобретателей необходима определенная свобода творчества: право принимать решения и отвечать за конечные результаты. Управление организации должно быть направлено на поощрение инициативы и предприимчивости изобретений.

**Нормативный подход** связан с учетом совокупности важнейших нормативов, которыми руководствуется в своей деятельности аппарат компании. Это и установленные для каждой отрасли нормативы, например нормы управляемости и нормативы, разрабатываемые самими проектировщиками. (Положение об организации, должностные инструкции, штатное расписание и др.). Нормативы могут иметь целевую, функциональную и социальную направленность. К целевым нормативам относится все то, что обеспечивает реализацию поставленных перед организацией целей. Это, прежде всего, показатели качества продукции, ресурсоемкость продукции, эргономические показатели, показатели надежности, а также технический уровень производства.

К функциональным нормативам относится качество и своевременность проработки планов, четкая организованность подразделений, оперативный учет и контроль, строгое распределение функциональных обязанностей в каждом структурном подразделении организации.

Нормативы в социальной сфере должны обеспечить оптимальные условия для специального развития коллектива. Сюда включаются показатели стимулирования и охраны труда, показатели обеспеченности всех сотрудников необходимыми техническими средствами для успешной работы. Сюда также относится необходимость систематического повышения профессионального роста, хорошая мотивация, правовые и экологические нормативы. Таким образом, нормативный подход при проведении анализа требует учета всей совокупности нормативов при управлении ресурсами, процессом и продуктом.

**Поведенческий подход** предполагает создание необходимых условий для реализации творческих способностей каждого сотрудника, для осознания собственной значимости в управлении организацией.

Важное значение для менеджеров здесь приобретает изучение различных поведенческих подходов, которые рекомендует общий менеджмент, и исследование возможности их применения в процессе анализа организации. Необходимо помнить, что человек – это самый важный элемент в системе управления и самый главный элемент с точки зрения конкурентного потенциала организации.

Удачно подобранная команда единомышленников и партнеров, способных понимать и внедрять идеи своего руководителя, – важнейшее условие экономического успеха.

Для того чтобы создать условия успешной реализации всех способностей человека, необходимо изучить его мотивацию (характеризующую такие факторы, как политика компании, безопасность, статус, производственные отношения, зарплата, рабочие условия, надзор, поведение администрации, психологический рост (самореализация, по Маслоу), прогресс, ответственность, работа сама по себе, признание, успех) и обеспечить максимально эффективные условия деятельности.

## 2.5. Построение дерева целей

Цель является ориентиром, планируемым результатом деятельности организации, которая представляет собой сложную систему, состоящую из большого количества системных единиц. Задача руководителя – превратить цель организации в цели отдельных служб и подразделений, заставить разнородные системные единицы работать на один результат наиболее эффективным образом. При этом общая цель должна быть разложена на отдельные составляющие, которые будут ориентирами в деятельности отдельных подсистем организации (например, подразделений и служб).

Рассмотрим, как строится дерево целей. На первом этапе формируется главная, глобальная цель фирмы, или миссия. Она имеет долгосрочный характер и должна быть направлена на выживание организации во внешней среде. Постановка этой цели должна быть тщательно подготовлена на основе предварительного анализа внешней среды организации, оценки внутренних ресурсов и возможностей. Для этого обычно проводят следующие операции:

- производится сегментирование рынка и изучается каждый сегмент. В этом случае намечаются приоритетные сегменты, социальные слои, на которые организация должна ориентироваться в своей деятельности (элитные слои, средний слой, малоимущие и т.д.). Далее осуществляется оценка рынка (рыхлость, одномерность или бинарность, степень неопределенности, насыщенность продуктами и услугами, наличие рыночных ниш) с позиции возможностей размещения и использования средств, имеющихся у организации;

- определяется общее направление ценовой политики. В частности, решается вопрос о том, будет ли организация снижать цены на свои товары и услуги или она будет участвовать в конкурентной борьбе, осуществляя маркетинг, рекламу, активизацию продаж и т. д.;

- определяются основные направления развития технологии с учетом жизненного цикла товара или услуги;

- оцениваются производственные мощности организации.

Оценке подвергаются все ресурсы организации и финансовые возможности задействования ресурсов внешней среды, например, в виде инвестиций, правильной кредитной политики, привлечения спонсоров;

- определяются основные направления кадровой политики (например, будет ли организация обучать работников или нанимать специалистов со значительным опытом работы).

На втором этапе происходит декомпозиция основной цели организации на цели второго уровня. Необходимость этого этапа обусловлена наличием сильно различающихся направлений деятельности организации по достижению основной цели и, следовательно, первичной специализацией управленческой структуры. Цели второго этапа носят ярко выраженный системный характер и составляют четыре группы:

- 1) Цели входа организации включают в себя цели, ориентирующие членов организации (прежде всего, управленцев высшего звена) на

обеспечение постоянного притока в организацию материальных ресурсов, финансовых средств, информации, людских ресурсов. Среди целей входа следует выделить такие цели, как организация постоянно действующей сети поставщиков, налаживание финансовых связей организации и др.

2) Цели процесса определяют основные ориентиры деятельности внутри организации по переработке поступивших на вход ресурсов. К целям процесса относятся: обеспечение взаимодействия в рамках технологического процесса, налаживание информационного обеспечения внутри организации, внесение изменений структуры и технологии внутри организации и др.

3) Цели выхода в дереве целей определяют ориентиры деятельности подразделений, занятых реализацией переработанных ресурсов во внешней среде организации. Это такие цели, как налаживание системы сбыта любых ресурсов, представленных организацией для обмена, распространение информации во внешней среде (например, рекламных обращений и активно действующих материалов по связям с общественностью) и др.

4) Цели системы представляют собой отдельную группу целей второго уровня, направленную на обеспечение условий выживания организации во внешней среде. Эти цели трудно учитывать и реализовать, поскольку в быстро меняющейся внешней среде трудно определить все условия, выполнение которых будет способствовать устойчивости организации и обогащению ее связей с внешней средой; реализация данных целей требует специфических знаний, которые не считаются необходимыми в процессе деятельности организации. В качестве таких целей могут выступать: создание системы юридической поддержки фирмы, создание системы отслеживания постоянного изменения настроений потребителей, создание системы политической (или дипломатической) поддержки фирмы. Следует отметить, что цели системы в развернутом виде встречаются в основном в дереве целей крупных фирм, занимающихся стратегическим планированием.

Все цели второго уровня должны быть органично связаны между собой в представленной последовательности (от целей входа до целей системы), и ни одна из целей не должна противоречить любой другой.

Структурно цели второго уровня реализуются на уровне заместителей директора организации (президента фирмы) по соответствующим направлениям, например, заместитель директора по сбыту, по кадрам, главный инженер и т.д.

Цели второго уровня обозначают специализированные области деятельности организации, т.е. каждую из них можно рассматривать как основание определенной специализированной деятельности организации. Это позволяет каждую цель второго уровня и необходимые для ее достижения цели последующих уровней называть целевыми программами.

На третьем этапе осуществляется декомпозиция целей второго уровня в соответствии с конкретными технологическими задачами в пределах каждой целевой программы. Разработка необходимости и достаточности целей третьего (четвертого и последующих) уровня. Сущность данного требования

заключается в том, что: достижение всех выделенных целей третьего уровня должно обязательно приводить к достижению соответствующих целей второго уровня; среди целей третьего уровня не должно быть «лишних», избыточных целей или целей «на всякий случай», из-за наличия которых с неизбежностью неэффективно разрастается структура организации и появляются дополнительные неоправданные издержки.

При формировании дерева целей следует помнить, что достижение каждой цели должно быть организационно обеспечено, т.е. для ее реализации необходимо создание группы, лабораторий, отдела, других подразделений, сотрудники которых ориентированы на достижение данной цели, обеспечены соответствующими ресурсами и совершают действия, направленные на ее достижение.

Цели организации не только придают смысл ее деятельности и ориентируют в отношении внешней среды, но и способствуют интеграции коллектива организации на основании единства устремлений его членов; могут мотивировать организационную деятельность индивидов; являются основой формирования организационной структуры; представляют собой источник стабильности в организации (резкое изменение целей может привести к серьезным дестабилизирующим последствиям).

## **2.6. Состав специалистов в группе по проведению анализа**

- Специалисты в области системного анализа
- Инженеры по организации производства
- Специалисты в области экономического анализа
- Исследователи оргструктур и документооборота
- Специалисты по использованию оргтехники и ПЭВМ
- Психологи
- Социологи

### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Что такое системный анализ?
2. Что называется системой?
3. Какие системы относятся к сложным системам? Какими основными признаками характеризуются сложные системы?
4. Что такое элемент системы, среда, подсистема? Как можно охарактеризовать элемент?
5. Что такое структура системы?
6. Каковы основные принципы системного анализа?
7. Какие работы должны выполняться при проведении анализа организации?
8. Какие специалисты должны входить в состав группы по проведению анализа?
9. Что характеризует для системы энтропия? Как ее вычислить?
10. Что понимают под декомпозицией цели?

## Тема 3. Рекомендации к постановке задач исследования систем управления

### 3.1. Предварительное изучение объекта исследования

Исследованию любой системы должно предшествовать предварительное изучение предполагаемого объекта с целью получения информации, необходимой для постановки задачи.

Современный подход к проведению исследований предполагает, что для отыскания оптимального решения задачи надо в первую очередь правильно ее поставить. Задача должна быть сформулирована так, чтобы ее решение можно было вести в условиях наиболее эффективного применения методов планирования эксперимента. Для правильной постановки задачи нужно предварительно четко сформулировать цель исследований, изучить и проанализировать известную априорную информацию об объекте оптимизации.

Цель исследования можно определить, если установлен объект оптимизации, известны требования, предъявляемые к нему, и существуют некоторые ресурсы оптимизации (воздействия, которые могут изменять качество объекта в соответствии с изменением требований к нему). При этом важно учитывать данные научно-технического прогнозирования.

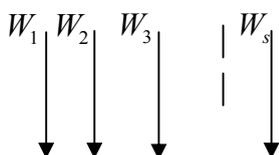
Сбор априорной информации осуществляется путем изучения литературы и опроса экспертов. При этом необходимо собрать и оценить возможно более полным образом всю информацию, касающуюся решения таких же или сходных задач и имеющую значение для выбора дальнейшей стратегии.

Накапливаемую априорную информацию следует систематизировать в соответствии с представлением объекта исследования на этом этапе в виде так называемого «черного» или «серого» ящика (рис. 3.1). Принципы построения модели «черного» или «серого» ящика обычно соответствуют представлениям об объекте исследования при решении сложных многофакторных задач в условиях неполного знания механизма явлений.

Входы, обозначенные стрелками, направленными к объекту, соответствуют факторам, воздействующим на объект исследования.

Такие факторы будем называть входными. Выходы, которые обозначены стрелками, направленными от объекта, соответствуют факторам, характеризующим качество объекта исследований. Эти факторы принято называть откликами или параметрами оптимизации. Понятие «параметр оптимизации» иногда заменяют понятием «целевая функция».

Входные факторы делятся на три группы: управляемые, контролируемые и возмущающие.



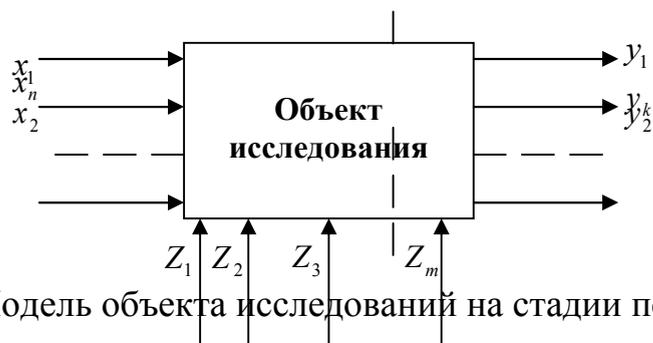


Рис. 3.1. Модель объекта исследований на стадии постановки задачи

Группа управляемых факторов  $Z_1, Z_2, \dots, Z_m$ , характеризует те управляющие воздействия, при помощи которых можно воздействовать на объект с целью изменения значений критериев оптимизации (управления состоянием объекта оптимизации). Например, если объект – технологический процесс, то группу факторов  $Z$  представляют положения регулирующих заслонок, управляющих расходом, температурой и т.д. Значения управляемых факторов лимитируются технологическими ограничениями:

$$Z_{j\min} \leq Z_j \leq Z_{j\max}, \quad j = 1, 2, \dots, m.$$

Контролируемые (и неуправляемые) факторы  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , измеряют в процессе исследования, их не изменяют целенаправленно (обычно возможность воздействия на них отсутствует). Для технологического процесса, например, группа факторов  $X$  объединяет факторы, характеризующие количество и качество исходных продуктов. Последние представляют собой первичное сырье или продукцию предыдущего звена технологической цепи. К этой группе факторов относятся данные лабораторных испытаний, результаты химических анализов, показания аналитических приборов и т.д.

Значения каждого фактора ограничены технологическим регламентом процесса:

Возмущающие факторы  $W_1, W_2, \dots, W_s$  – неконтролируемые, они недоступны для измерения, их значения изменяются во времени случайным образом. Для того же технологического процесса группа факторов  $W$  характеризует действия суточных и сезонных изменений окружающей среды, присутствие случайных примесей в исходных продуктах, старение оборудования и т.п., а также влияние тех переменных процесса, которые недоступны измерению. Наличие неконтролируемых факторов, медленно изменяющихся во времени, вызывает дрейф характеристик процесса.

Отклики  $y_1, y_2, \dots, y_k$  образуют четвертую группу факторов. Для технологического процесса они характеризуют те обобщенные технико-экономические показатели, которыми оцениваются качество и экономическая эффективность работы объекта. Эти показатели являются определяющими для технологов при выборе технологического режима и управления объектом. Обычно задача управления сложным объектом формулируется

следующим образом: в данной технологической ситуации, определяемой значениями факторов группы  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , найти такие значения факторов группы  $Z_1, Z_2, \dots, Z_m$ , лежащие внутри соответствующих ограничений, при которых отклики  $y_1, y_2, \dots, y_k$  примут свои экстремальные значения или не выйдут за пределы заданного интервала (например, максимум выхода синтезируемого продукта или минимум его себестоимости при удовлетворительном качестве продукции).

### **3.2. Выбор параметра оптимизации**

При постановке задачи исследования очень важно определить параметр, который нужно оптимизировать. Цель исследования должна быть чётко сформулирована. Параметр оптимизации, количественно характеризующий цель, является реакцией (откликом) на воздействие входных факторов.

В зависимости от объекта и цели исследования параметры оптимизации могут быть самые разнообразные: экономические (прибыль, себестоимость, рентабельность, затраты на исследование и др.), технико-экономические (производительность, стабильность, надёжность и др.), технические (характеристики выпускаемой продукции, качество оказываемой услуги и др.).

Параметр оптимизации – это признак, по которому мы хотим оптимизировать процесс. Он должен быть количественным. Должна быть возможность его измерения при любой возможной комбинации входных факторов. Множество значений, которые может принимать параметр оптимизации, назовем областью его определения. Области определения могут быть непрерывными и дискретными, ограниченными и неограниченными. Например, объем продаж – это параметр оптимизации с непрерывной ограниченной областью определения. Он может меняться в интервале от 0 до 100%. Число бракованных изделий в партии – параметр с дискретной областью определения, ограниченной снизу.

Параметр оптимизации должен выражаться одним числом. Иногда это получается естественным путем, как регистрация показания прибора, однако чаще приходится производить его вычисление.

Для успешного достижения цели исследования необходимо, чтобы параметр оптимизации действительно оценивал эффективность функционирования системы в заранее выбранном смысле. Это требование является главным, определяющим корректность постановки задачи.

Параметр оптимизации должен обладать свойством универсальности и полноты. Под универсальностью параметра оптимизации понимается его способность всесторонне характеризовать объект. В частности, технологические параметры оптимизации недостаточно универсальны: они не учитывают экономику. Универсальностью обладают, например, обобщенные параметры оптимизации, которые строятся как функции от нескольких частных параметров.

Желательно, чтобы параметр оптимизации имел четкий физический смысл, был простым и легко вычисляемым. Требование физического смысла связано с последующей интерпретацией результатов эксперимента.

Задачи с одним выходным фактором имеют очевидные преимущества. Но на практике часто приходится учитывать несколько выходных факторов. Иногда их число может быть достаточно большим.

Обычно оптимизируется одна функция, наиболее важная с точки зрения цели исследования, при ограничениях, налагаемых другими функциями. Поэтому из многих выходных факторов выбирается один в качестве параметра оптимизации, а остальные служат ограничениями. Всегда полезно исследовать возможность уменьшения числа выходных факторов. Для этого можно воспользоваться корреляционным анализом. Если два выходных фактора имеют высокий коэффициент корреляции, то любой из этих двух факторов можно исключить из рассмотрения, как не содержащий дополнительной информации об объекте исследования. Исключить можно тот фактор, который технически труднее измерять, или тот, физический смысл которого менее ясен.

Путь к единому параметру оптимизации часто лежит через обобщение, т.е. через объединение множества откликов в единый количественный признак. Каждый отклик имеет свой физический смысл и свою размерность. Чтобы объединить различные отклики, прежде всего, приходится ввести для каждого из них некоторую безразмерную шкалу. Шкала должна быть однотипной для всех объединяемых откликов – это делает их сравнимыми. Выбор шкалы – не простая задача, зависящая от априорных сведений об откликах, а также от той точности, с которой мы хотим определить обобщенный признак. После того как для каждого отклика построена безразмерная шкала, возникает следующая трудность – выбор правила комбинирования исходных частных откликов в обобщенный показатель. Единого правила не существует.

Одним из наиболее удобных способов построения обобщенного отклика является обобщенная функция желательности Харингтона. В основе построения этой обобщенной функции лежит идея преобразования натуральных значений частных откликов в безразмерную шкалу желательности или предпочтительности. Обобщенная функция желательности задается как среднее геометрическое частных желательностей.

### **3.3. Определение факторов, влияющих на параметр оптимизации**

После того как выбран параметр оптимизации, нужно включить в рассмотрение существенные факторы, которые могут влиять на процесс. Если какой-либо существенный фактор окажется неучтенным, то это может привести к неприятным последствиям. Так, если неучтенный фактор принимал случайные значения, которые исследователь не контролировал, то это может значительно увеличить ошибку опыта.

Так же как параметр оптимизации, каждый фактор имеет область определения. Будем считать фактор заданным, если вместе с его названием указана область его определения. Под областью определения понимается совокупность всех значений, которые в принципе может принимать данный фактор.

Область определения может быть непрерывной и дискретной. В практических задачах области определения факторов, как правило, ограничены. Факторы разделяются на количественные и качественные.

Определим требования, предъявляемые к факторам и их совокупности, с целью последующего их использования при планировании эксперимента.

При планировании эксперимента факторы должны быть управляемыми. Это значит, что исследователь, выбрав нужное значение фактора, может его поддерживать постоянным в течение всего опыта, т.е. может управлять фактором.

Необходимо определить единицы измерения для каждого фактора и условия его измерения. Так, если фактором является температура в некотором аппарате, то необходимо указать, в какой точке и с помощью какого прибора она измеряется и как она устанавливается.

Точность замера факторов должна быть, возможно, более высокой. Степень точности определяется диапазоном изменения факторов. Для оценки точности замера фактора проводится специальное метрологическое обследование, в результате чего выясняются значения случайных и систематических погрешностей измерений. В результате метрологического анализа делаются в последующем выводы о пригодности существующих средств и методов измерения факторов и намечаются мероприятия по снижению погрешностей измерения до допустимых норм. Систематические погрешности устраняются вводом поправок к измеренным величинам факторов, а случайные ошибки – путем многократных замеров с последующим усреднением.

Факторы должны непосредственно воздействовать на объект. Они должны быть однозначны. Трудно управлять фактором, который является функцией факторов.

При планировании эксперимента обычно одновременно изменяются несколько факторов. Поэтому отметим два важных требования, предъявляемых к совокупности факторов. Первое из них – совместимость факторов. Совместимость факторов означает, что все их комбинации осуществимы и безопасны. Несовместимость факторов может наблюдаться на границах областей их определения. Избавиться от нее можно сокращением областей. Положение усложняется, если несовместимость проявляется внутри областей определения. Одно из возможных решений – разбиение на подобласти и решения двух отдельных задач.

При планировании эксперимента важна независимость факторов, т.е. возможность установления фактора на любом уровне вне зависимости от уровней других факторов, Если это условие невыполнимо, то невозможно

реализовать спланированный эксперимент. Итак, второе требование – отсутствие корреляции между факторами.

### 3.4. Априорное ранжирование факторов

На стадии предварительного изучения объекта часто бывает полезным априорное ранжирование факторов, заключающееся в обработке данных, полученных в результате опроса специалистов, или из исследований, опубликованных в литературе. Это позволяет дать сравнительную оценку влияния различных факторов на параметр оптимизации и тем самым правильно отобрать факторы для последующего активного эксперимента, обоснованно исключив некоторые из них из дальнейшего рассмотрения. Априорное ранжирование факторов основано на методах ранговой корреляции и парных сравнений.

Особенность метода априорного ранжирования факторов заключается в том, что факторы, которые согласно априорной информации могут иметь существенное влияние, ранжируются в порядке убывания вносимого ими вклада. Вклад каждого фактора оценивается по величине ранга-места, которое отведено специалистом при опросе (автором статьи) данному фактору при ранжировании всех факторов с учетом их предполагаемого влияния на параметр оптимизации. При сборе мнений путем опроса специалистов каждому из них предлагается заполнить анкету, в которой перечислены факторы, их размерность и предполагаемые интервалы варьирования. Заполняя анкету, специалист определяет место факторов в ранжированном ряду. Одновременно он может включить дополнительные факторы или высказать мнение об изменении интервалов варьирования.

Опрос может быть очным и заочным. При заочном опросе личный контакт исследователя с экспертом отсутствует. Преимущество этого метода заключается в его простоте и дешевизне, однако он дает большое число незаполненных или неправильно заполненных анкет. Очный опрос дает лучшие результаты, однако требует большей затраты времени и средств. Кроме того, во время личной беседы с экспертом исследователь, помимо своего желания, может определенным образом воздействовать на ответы эксперта. Поэтому предварительно должен быть составлен и испытан план (сценарий) личной беседы, а в процессе опроса исследователю необходимо строго придерживаться определенных заранее формулировок вопросов.

Результаты опроса специалистов (или ранжирование по литературным данным) обрабатывают следующим образом. Сначала определяют сумму рангов по факторам:

$$A_i = \sum_{j=1}^m a_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, k,$$

где,  $a_{ij}$  – ранг каждого  $i$ -го фактора у  $j$ -го эксперта;  $m$  – число экспертов;  $k$  – число факторов.

Затем вычисляют разность  $\Delta_i$  между суммой каждого фактора  $A_i$ , и средней суммой рангов  $T$ :

$$\Delta A_{ij} = \sum_{j=1}^m a_{ij} - \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m a_{ij}}{k} = A_i - T$$

и находят сумму квадратов отклонений  $S$ :

$$S = \sum_{j=1}^m (\Delta_j)^2.$$

Полученные данные позволяют построить среднюю диаграмму рангов, предварительно оценив степень согласованности мнений экспертов с помощью коэффициента конкордации (коэффициента согласия)  $W$ , предложенного Кендэллом:

$$W = \frac{12S}{m^2 k(k^2 - 1) - m \sum_{j=1}^m T_j}, \quad (3.1)$$

Эксперты ( $m=4$ )	Факторы ( $k=12$ )	$T_j = \sum (t_j^3 - t_j)$
-----------------------	--------------------	----------------------------

где  $T_i = \sum (t_j^3 - t)$ ;  $t_j$  – число одинаковых рангов в  $j$ -м ранжировании. Использовать коэффициент конкордации можно после оценки его значимости, которая возможна с помощью таблиц распределения Пирсона ( $x^2$ ). Величина  $m(k-1)W$  имеет  $x^2$ -распределение с числом степеней свободы  $\gamma = k - 1$ . Расчетное значение  $x^2$  критерия определяют по формуле:

$$x^2 = \frac{12S}{mk(k+1) - \frac{1}{k-1} \sum_{j=1}^m T_j} \quad (3.2)$$

Гипотеза о наличии согласия экспертов может быть принята, если при заданном числе степеней свободы табличное значение  $x^2$  меньше расчетного для 5-процентного (или 1-процентного) уровня значимости.

Оценив согласованность мнений всех экспертов, строят среднюю диаграмму рангов, откладывая по одной оси факторы, а по другой – соответствующие суммы рангов. Чем меньше суммы рангов данного фактора, тем выше его место в диаграмме. С помощью диаграммы оценивают значимость влияния факторов на параметр оптимизации. В случае экспоненциального убывания суммы рангов часть факторов можно исключить из дальнейшего рассмотрения, отнеся их влияние к шумовому полю. Если же распределение суммы рангов равномерное, то рекомендуется включить в эксперимент все факторы.

	$X_1$	$X_3$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	$X_{11}$	$X_{12}$	
<b>1</b>	8	10,5	10,5	10,5	1	2,5	2,5	10,5	5	4	7	6	60+6=66
<b>2</b>	9	8	10	11	1	2,5	2,5	12	5,5	5,5	5,5	5,5	60+6=66
<b>3</b>	9,5	9,5	8	11	2	6,5	6,5	12	1	3	4	5	6+6=12
<b>4</b>	9	8	10	12	2	6	7	12	1	3	5	4	0+0=0
$\sum_{i=1}^m a_{ij}$	35,5	36	38,5	44,5	6	17,5	18,5	45,5	12,5	15,5	21,5	20,5	$\sum_{j=1}^4 = 144$

В ситуации с очень большим числом факторов, кроме общей согласованности мнений экспертов, рассматривают с помощью  $x^2$ -распределения и согласованность по каждому фактору в отдельности.

Приведем небольшой пример априорного ранжирования факторов. Изучалось влияние на параметр оптимизации 12 факторов ( $k = 12$ ) с помощью четырех экспертов ( $m = 4$ ). Данные опроса были использованы для априорного ранжирования факторов с целью выделения наиболее существенного из них. Матрица рангов, полученная из анкет, приведена в табл. 3.1.

Таблица 3.1

### Матрица рангов

$\sum_{i=1}^m a_{ij}$	35,5	36	38,5	44,5	6	17,5	18,5	45,5	12,5	15,5	21,5	20,5	$\sum_{j=1}^4 = 144$
$\Delta_i$	9,5	10	12,5	18,5	-20	-8,5	-7,5	19,5	-13,5	-10,5	-4,5	-5,5	
$(\Delta_i)^2$	90,2	100	156	342,2	400	72,2	56,2	380	$\frac{182,2}{5}$	110,2	90,25	30,2	S=1940,5

Используя формулу (3.1), рассчитывали коэффициент конкордации

$$W = \frac{12 \cdot 1940,5}{4^2 \cdot 12(12^2 - 1) - 4 \cdot 144} = 0,866$$

Значимость коэффициента конкордации проверяли по  $x^2$ -критерию по формуле (3.2):

$$x^2 = \frac{12 \cdot 1940,5}{4 \cdot 12(12+1) - \frac{1}{11} \cdot 144} = 38,12.$$

По таблицам находим табличное значение  $x_T^2$  для 5-процентного уровня значимости  $\alpha = 0,05$  и числе степеней свободы  $\nu = k - 1 = 11$   $x_T^2 = 19,75$ . В связи с тем что  $x^2 > x_T^2$  можно с 95-процентной доверительной вероятностью утверждать, что мнение эксперта относительно степени влияния факторов согласуется достаточно хорошо (рис. 3.2) позволяет построить среднюю диаграмму рангов рассматриваемых факторов (рис.

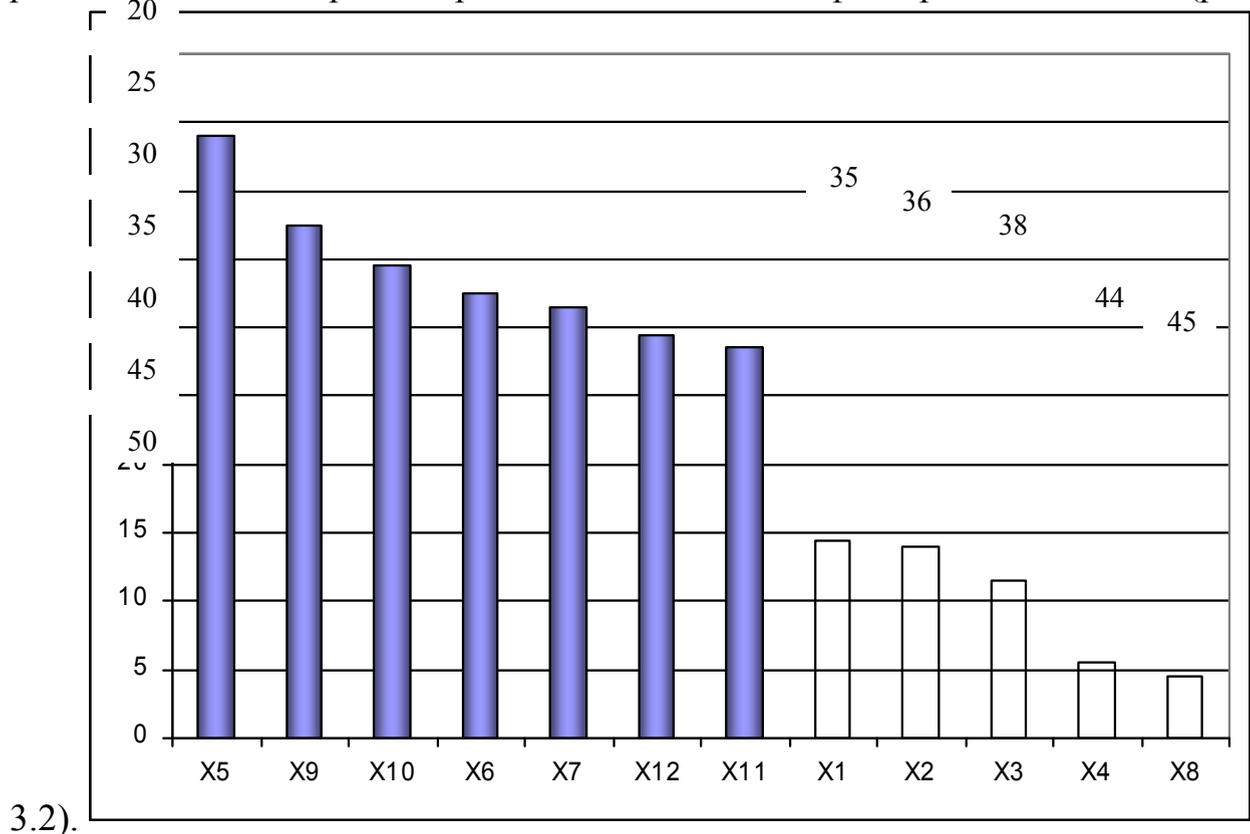


Рис. 3.2. Средняя априорная диаграмма рангов.

По результатам проведенного ранжирования факторов отобрано для дальнейших исследований семь факторов, занимающих на диаграмме семь первых мест.

### 3.5. Метрологическая оценка выделенных факторов

На этапе постановки задачи исследователь должен уметь оценить ошибки измерений факторов и параметра оптимизации.

Различают несколько видов ошибок измерения: грубые, систематические и случайные.

Грубые ошибки возможны из-за нарушения основных условий измерения. Исследователь всегда должен проверять вероятность грубой

ошибки, если оказалось, что один из результатов измерений резко отличается от других. При обнаружении грубой ошибки рекомендуется отбросить соответствующий результат измерения. Процедура обнаружения грубой ошибки будет описана ниже.

Систематические ошибки вызываются воздействием факторов, которые проявляются одинаково при многократном повторении одних и тех же измерений. Ошибки такого рода имеют, например, место, если при измерениях используют прибор с неправильной регулировкой, приведшей к смещению начала отсчета. После выявления систематических ошибок их можно легко устранить путем введения необходимых поправок. Перед проведением исследований все возможные систематические ошибки должны быть выявлены и устранены.

Случайные ошибки – это следствие воздействий, которые неодинаковы при каждом измерении и не могут быть учтены в отдельности. Подобные ошибки обычно связаны с суммарным эффектом влияния многих факторов.

Обозначим истинное значение измеряемой величины через  $X$ , погрешность измерения через  $\Delta X$  и среднее арифметическое значение по группе измерений  $-\bar{X}$ ; тогда вероятность того, что результат измерений попадет в доверительный интервал ( $\bar{X} - \Delta X \leq X \leq \bar{X} + \Delta X$ ), равна

$$p(\bar{X} - \Delta X \leq X \leq \bar{X} + \Delta X) = 1 - q,$$

где  $1 - q$  – доверительная вероятность. Доверительные границы для среднего значения результатов измерений можно найти, если известны значения средней квадратичной ошибки измерения ( $S$ ) и определено табличное значение критерия Стьюдента ( $t_{табл}$ ) при заданном уровне значимости  $q$  и числе степеней свободы  $\nu = (n - 1)$

$$X = \bar{X} \pm \frac{tS}{\sqrt{n}},$$

где  $n$  – число произведенных измерений.

Надежность результата можно рассматривать как наименьшую вероятность того, что результат правильный. Наибольшая вероятность того, что результат неправильный, называется уровнем значимости. На практике очень часто принимают, что доверительная вероятность  $1 - q$  равна 0,95 (или 95%). Тогда уровень значимости  $q$  равен 0,05 (или 5%).

**Пример 1.** Требовалось определить доверительные границы, между которыми лежит среднее значение результата измерений при 5-процентном уровне значимости. После пяти измерений ( $n=5$ ) было установлено, что  $\bar{X}=31,20$  и оценка среднего квадратичного отклонения равна  $S=0,24$ . Для доверительной вероятности  $1 - q = 0,95$ , соответствующей 5-процентному уровню значимости при  $n = 5$  ( $\nu=4$ ), из табл. П1 (см. приложение) нашли, что  $t_{0,05} = 2,78$ . Отсюда имеем:

$$\Delta X = \pm \frac{278 \cdot 0,24}{\sqrt{5}} = 0,30 \text{ и } 31,20 - 0,30 \leq X \leq 31,20 + 0,30.$$

Таким образом, с доверительной вероятностью 0,95 можно утверждать, что  $X = 31,20 \pm 0,30$ .

Для выделения грубых ошибок в имеющихся результатах измерений можно также воспользоваться критерием Стьюдента:

$$t_{\text{расч}} = \frac{\bar{X}^* - \bar{X}_{\text{ост}}}{S},$$

где  $\bar{X}^*$  – «выскакивающее» значение,  $\bar{X}_{\text{ост}}$  – среднее значение остальных приемлемых результатов измерений.

Расчетное значение  $t$ -критерия сравнивают с табличным, соответствующим принятой доверительной вероятности при данном числе приемлемых результатов. Если  $t_{\text{расч}} > t_{\text{табл}}$ , то считают, что «выскакивающее» значение – грубая ошибка. Поэтому его исключают из результатов.

**Пример 2:** В выборке из 42 замеров ( $n=42$ ) одно из значений  $\bar{X}^* = 6,866$  исследователь считал промахом. По результатам остальных 41 измерений были вычислены  $\bar{X}_{\text{ост}} = 6,500$  и  $S = 0,133$ . Тогда расчетное значение

$$t_{\text{расч}} = \frac{6,866 - 6,500}{0,133} = 2,75.$$

$\bar{X}^* = 6,866$  исследователь считал промахом. Для принятого значения  $1 - \alpha = 0,99$  и при числе степеней свободы  $\nu = n_{\text{ост}} - 1 = 41 - 1 = 40$  нашли  $t = 2,74$ .

Поскольку  $t_{\text{расч}} > t_{\text{табл}}$ , «выскакивающее» значение  $\bar{X}^*$  было исключено с доверительной вероятностью 0,99.

## Тема 4. Разработка концепции исследования систем управления

### 4.1. Разработка концепции ИСУ

Концепция – система взглядов на какую-либо проблему. При разработке концепции ИСУ вводится понятие организационного механизма, т.е. социально управляемой системы, функционирование которой обусловлено экономическими законами, наделенной соответствующими полномочиями, ресурсами, имеющей определенную структуру и позволяющей управлять коллективами людей путем принятия решений.

Этапы разработки концепции ИСУ:

1. Обследования организации (что представляет собой организация). Изучается вся документация, регламентирующая процесс управления, собирается информация по каждому подразделению. Параллельно с этим сопоставляется реальное выполнение обязанностей (принятие решений) с номинальным (то, что написано в должностной инструкции). Здесь

выявляются разночтения. В результате 1-го этапа выявляется проблема: что есть на практике и что написано в документах (инструкциях, положениях).

На этом этапе нужно выяснить и зафиксировать документально все потоки информации, которые циркулируют в каждом подразделении.

2. Разработка процедур принятия управленческих решений. Под этим понимается составление схемы каждой процедуры. Процедура, например, «Отпуск товара на склад» – это, последовательность всех операций. При построении схемы следует зафиксировать документы, которые действуют в процедуре (накладные, акты, счета-фактуры). Надо указать, откуда документы поступают. Документы могут быть входящими, исходящими, промежуточными, архивными. Важно определить «выходные» документы, т.е. завершающие процедуру.

3. Определение взаимосвязей между процедурами и устройство блок-схемы принятия решений.

4. Составление схемы принятия решений на уровне конкретных подразделений. Составляется по каждому подразделению.

5. Логический анализ схемы. Основная задача анализа – выявить противоречия.

6. Разработка всей документации, которая регламентирует деятельность управленческого аппарата всего подразделения.

#### **4.2. Источники получения сведений о деятельности организации**

1. Документы (устав, положение, должностные инструкции – регламентирующие), публикации, отчеты.

2. Сотрудники, которые в процессе бесед и опросов описывают деятельность организации.

3. Наблюдение специалистов за процессом деятельности организации.

4. Наблюдение неспециалистов.

Источники в отдельности не могут обеспечить полноты достоверности сведений, это составные части одного исследования. Сопоставление сведений позволяет избавиться от несущественной или недостоверной информации, полученной в результате исследования.

После получения сведений, их нужно сравнить с моделью, чтобы определить адекватность нашего исследования.

#### ***Вопросы для самоконтроля:***

1. На чем основывается методология исследования систем управления?

2. Каковы основные источники получения сведений о деятельности предприятия?

3. Кто входит в состав группы по проведению исследования системы управления?

4. Какие проблемы могут потребовать проведения исследований?

5. Какие формы проведения исследований вы знаете?

6. В чем сущность общей концепции исследования систем управления? Какое значение для анализа и проектирования организации она имеет?

7. Каковы основные этапы общей концепции исследования систем управления?

8. Какое значение для проведения исследований имеют такие характеристики процесса управления, как, цели организации, функции управления, управленческие решения, организационная структура?

9. В чем суть логического анализа схемы принятия решений?

10. Что такое процедура принятия управленческого решения?

## **Тема 5. Методы проведения исследования систем управления**

### **5.1. Классификация методов ИСУ**

**1-я группа методов.** Качественные методы Основаны на интуиции и знаниях специалистов. Используются, когда недостаточно информации или она слабо структурирована:

- Мозговая атака.
- Метод экспертных оценок.
- Метод Дельфи.
- Морфологический метод.
- Деловые игры.

Трудность состоит в том, что пригласить квалифицированных экспертов в одно и то же время и место очень сложно. Кроме того, эксперты должны быть независимы, т.е. не должны быть из одного и того же института или учреждения, т.к. они не должны быть одинаково обучены и оперировать одинаковыми методами.

**2-я группа методов.** Формализованные (количественные) методы. Эти методы используют, когда есть достоверные данные, представленные в цифрах:

- статистические;
- теоретико-множественные;
- графические;
- лингвистические;
- аналитические;
- структурно-лингвистические;
- моделирование;
- имитационно-динамическое моделирование;
- логические;
- имитационно-динамическое моделирование.

**3-я группа методов.** Комплексные методы (качественно-количественные):

- комбинаторные (раздел математики, изучающий сочетания, комбинации, перестановки);
- ситуационное моделирование;

- топологические методы;
- графосемиотическое моделирование.

**4-я группа методов.** Методы исследования информационных потоков.

### **5.2. Состав исследования СУ**

Исследование СУ состоит из решения ряда задач:

- Формирование целей функционирования СУ (решается экспертными методами).
- Структуризация целей (решается путем анализа функций управления, реализующих конкретные цели на каждом уровне управления).
- Определение состава группы решений (решается методами моделирования).
- Проектирование системы управления (решается методами моделирования управленческих решений).
- Разработка оптимальных процессов принятия решений (решается методами моделирования).
- Моделирование правил работ исполнителей и руководителей (решается методом моделирования).
- Формирование организационного механизма.
- Распределение решений по уровням управления.
- Формирование схемы управления организации.
- Разработка регламентирующих документов.

Методы исследований – это способы, приемы проведения исследований. Правильный выбор и использование методов способствует получению достоверных, адекватных и полных результатов исследования. Выбор методов определяется знаниями, опытом и интуицией специалистов, проводящих исследования.

### **5.3. Методы построения простейших математических моделей.**

#### **Полный и дробный факторный эксперимент**

*Модель* – это форма представления реальности.

*Математическая модель* – это описание какого-либо класса явлений, выраженное с помощью математической символики.

*Физическое моделирование* – исследование увеличенного или уменьшенного объекта. Такое исследование называют портретным. Пример: чертеж объекта, выполненный в определенном масштабе, который, в частности, помогает установить возможность размещения оборудования на объекте. Физическое моделирование используется для исследования характеристик объектов по их аналогам – копиям, которые ведут себя и выглядят как реальные объекты.

*Аналоговое моделирование* – исследование аналога объекта, который ведет себя, как и реальный объект, но не выглядит таковым. Пример: схема организационной структуры предприятия, которая является простым,

наглядным и эффективным средством изучения взаимосвязей между подразделениями и сотрудниками предприятия.

**Математическое моделирование** – исследование объектов на основе использования различного рода символов для описания свойств или характеристик объектов или процессов.

Под планами первого порядка понимаются такие планы, которые позволяют получить модель исследуемого объекта в виде полинома первого порядка

$$\hat{y}(x) = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n. \quad (5.1)$$

Пусть отклик  $y$  зависит от  $n$  управляемых факторов. Для того чтобы получить модель первого порядка, достаточно варьировать каждый из  $n$  изучаемых факторов на двух уровнях.

Полный факторный эксперимент (ПФЭ) – это эксперимент, реализующий все возможные неповторяющиеся комбинации уровней факторов. Поскольку для получения линейной модели факторы варьируются как минимум на двух уровнях, то для  $n$  факторов число  $N$  опытов при ПФЭ будет равно  $2^n$ .

Такие планы называют планами ПФЭ типа  $2^n$ . Модель, получаемая по результатам эксперимента, будет справедлива лишь в окрестности некоторой базовой точки, где проводился эксперимент. Если заданы координаты базовой точки  $\bar{X}_0$  в факторном пространстве:

$$\bar{X}_0 = (X_{10}, X_{20}, \dots, X_{n0})$$

и шаги варьирования по факторам  $\Delta X_i$ , то можно считать, что координатами точек спектра плана ПФЭ будут  $+1$  и  $-1$  (в дальнейшем будем обозначать просто «+» и «-»). Действительно, осуществив перенос начала координат в базовую точку, т.е. нормализовав факторы, получим

$$x_i = \frac{X_i - X_{i0}}{\Delta X_i} = +1(-1),$$

где  $x_i$  – координаты точки спектра плана в нормализованном виде;

$X_i$  – координаты точки спектра плана в натуральном масштабе.

### 5.3.1. Построение матрицы планирования ПФЭ

Допустим, что необходимо составить план ПФЭ для двух факторов, чтобы по результатам опытов построить линейную модель. Тогда матрица базисных функций  $F$  будет следующей:

$$F = \begin{vmatrix} & +1 & -1 & -1 \\ & +1 & +1 & -1 \\ & +1 & -1 & +1 \\ & +1 & +1 & +1 \end{vmatrix}$$

Первый столбец, состоящий из  $+1$ , необходим для оценки свободного

члена  $b_0$  модели (5.1). Однако целесообразно оценить еще один коэффициент, поскольку проводится четыре опыта. Имеется возможность оценить коэффициент при парном взаимодействии  $x_1$   $x_2$ . Включить в матрицу базисных функций  $F$  столбец, соответствующий  $x_1^2$  или  $x_2^2$ , нельзя, так как в матрице  $F$  будут два линейно зависимых столбца, при этом определитель информационной матрицы  $\Phi$  будет равен нулю, что не позволит решить систему нормальных уравнений относительно коэффициентов регрессии. Таким образом, матрица базисных функций  $F$  будет иметь вид

$$\begin{vmatrix} +1 & -1 & -1 & +1 \\ +1 & +1 & -1 & -1 \\ +1 & -1 & +1 & -1 \\ +1 & +1 & +1 & +1 \end{vmatrix} = F \quad (5.2)$$

Независимо от физической природы факторов, единиц измерения базового уровня и шага варьирования нижний уровень каждого фактора будет равен  $-1$ , а верхний  $+1$ . Точки спектра плана ПФЭ будут лежать в вершинах квадрата, куба или гиперкуба (в общем случае), центры которых будут совпадать с началом координат.

Матрица  $F$  (5.2) является ортогональной, т.е. скалярное произведение любых двух столбцов этой матрицы равно нулю.

Рассмотрим теперь ПФЭ типа  $2^3$ . Число неповторяющихся комбинаций уровней факторов в этом случае равно  $N=2^3=8$ . Матрица базисных функций, записанная в виде таблицы, приведена в табл. 5.1.

Таблица 5.1

### Матрица базисных функций ПФЭ $2^3$

Опыты	Z0	Z1	Z2	Z3	Z1Z2	Z1Z3	Z2Z3	Z1Z2Z3	Y
1	+	-	-	-	+	+	+	-	
2	+	+	-	-	-	-	+	+	
3	+	-	+	-	-	+	-	+	
4	+	+	+	-	+	-	-	-	
5	+	-	-	+	+	-	-	+	
6	+	+	-	+	-	+	-	-	
7	+	-	+	+	-	-	+	-	
8	+	+	+	+	+	+	+	+	

Если разбить матрицу ПФЭ типа  $2^3$  на две части, то получим две

матрицы ПФЭ типа  $2^2$ , причем в первом случае ПФЭ типа  $2^2$  реализуется на нижнем уровне фактора  $x_3$ , а во втором – на верхнем уровне  $x_3$ . Правило для получения матрицы ПФЭ следующее. Для того чтобы из ПФЭ  $2^{n-1}$  получить ПФЭ  $2^n$ , необходимо повторить ПФЭ  $2^{n-1}$  дважды: первый раз на нижнем уровне фактора  $x_n$  второй раз – на верхнем уровне этого же фактора.

Матрица базисных функций необходима лишь для обработки результатов эксперимента. Для проведения опытов достаточно иметь часть матрицы базисных функций, т.е. спектр плана или матрицу плана, включающую только управляемые факторы.

Кроме табличной формы записи матрицы плана, существует строчная. Для получения строчной кодовой записи необходимо закодировать каждую строку матрицы плана. Для этого каждому фактору  $x_1, x_2, x_3, \dots$  ставится в соответствие буква латинского алфавита  $a, b, c, \dots$ . Кодовая буква включается в код строки, если соответствующий ей фактор в этой строке находится на верхнем уровне. Если все факторы в какой-либо строке находятся на нижнем уровне, то код строки будет 0. В строчной записи (см. табл. 5.1)

$$\text{ПФЭ } 2^3: 0, a, b, ab, c, ac, bc, abc$$

по аналогии можно записать:

$$\text{ПФЭ } 2^4: 0, a, b, ab, c, ac, bc, abc, d, ad, bd, cd, abd, acd, bcd, abcd.$$

Строчная запись несет ту же информацию, что и табличная, и на практике используется для построения таблицы.

### ***Свойства матрицы планирования и плана ПФЭ***

*Свойства матрицы планирования.*

1. Матрица базисных функций ПФЭ симметрична относительно базовой точки

$$\sum_{g=1}^N x_{gi} = 0; \quad i = 1(1)n$$

2. Векторы-столбцы матрицы базисных функций попарно ортогональны

$$\sum_{g=1}^N x_{gj} x_{gh} = 0; \quad j, h = 0(1)n; \quad j \neq h$$

3. Сумма квадратов элементов любого столбца одинакова и равна числу вариантов варьирования

$$\sum_{g=1}^N x_{gi}^2 = N; \quad i = 0(1)n.$$

*Свойства плана ПФЭ.* План ПФЭ ортогонален.

$$\Phi(\varepsilon) = NI_{k+1},$$

где  $I_{k+1}$ —единичная матрица.

### 5.3.2. Проведение ПФЭ на реальном объекте

Рассмотрим алгоритм проведения полного факторного эксперимента на реальном объекте:

1. Производится выбор базовой точки плана эксперимента в той части факторного пространства, которая наиболее интересует исследователей. Для технологических процессов обычно выбирается точка рабочего режима.

2. Производится выбор шагов варьирования  $\Delta X_i$ , по всем управляемым факторам. Процедура выбора шагов варьирования наиболее ответственна и сложна. Здесь нельзя дать заранее никаких рекомендаций. При выборе шагов варьирования необходимо хорошо теоретически знать объект, проанализировать результаты ранее проведенных экспериментов, при этом очень важна интуиция исследователя.

При выборе шага варьирования необходимо учитывать следующее:

а) шаг варьирования должен быть достаточно большим, чтобы можно было выделить значимое приращение отклика, как реакцию на изменение фактора от нижнего уровня до верхнего. Приращение отклика можно было бы легко выделить при любом шаге варьирования, если бы не было шума наблюдения. Величина шума зависит от действия неконтролируемых факторов. Наблюдения рассеяны в некоторой зоне вокруг истинного значения отклика, и может оказаться, что при переводе некоторого фактора с нижнего уровня на верхний приращение отклика будет нулевым или даже отрицательным. Из-за действия неконтролируемых факторов приращение отклика  $\Delta y$  может оказаться статистически незначимым, т.е. незначимо отличаться от нуля. Чтобы этого не произошло, необходимо увеличить шаг варьирования (рис. 5.1);

б) шаг варьирования должен быть достаточно малым для того, чтобы в пределах области варьирования для предлагаемого вида регрессионной модели выполнялась предпосылка адекватности этой модели функции отклика. Для меньшей области варьирования линейная модель адекватна функции отклика, для большей – неадекватна (рис. 5.2).

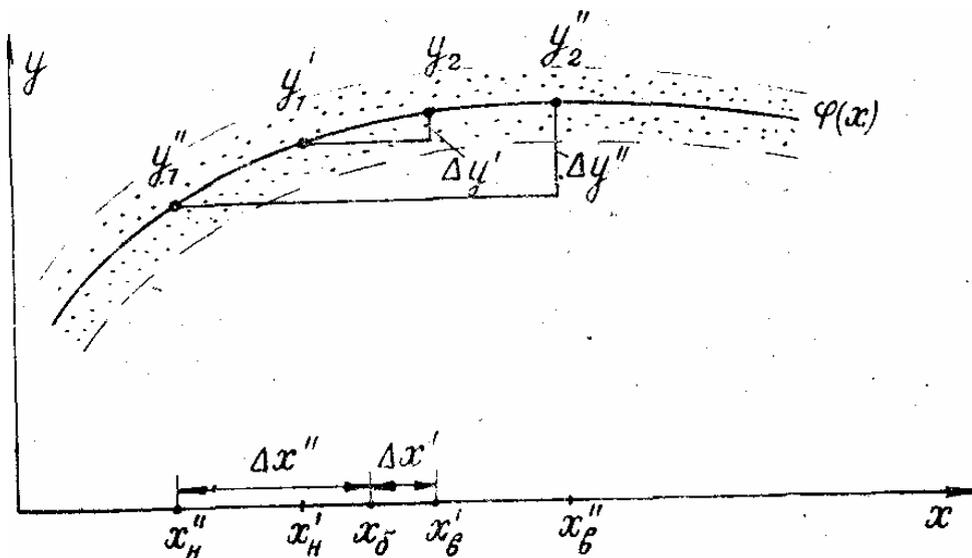


Рис. 5.1. Увеличение шага варьирования в условиях большого шума

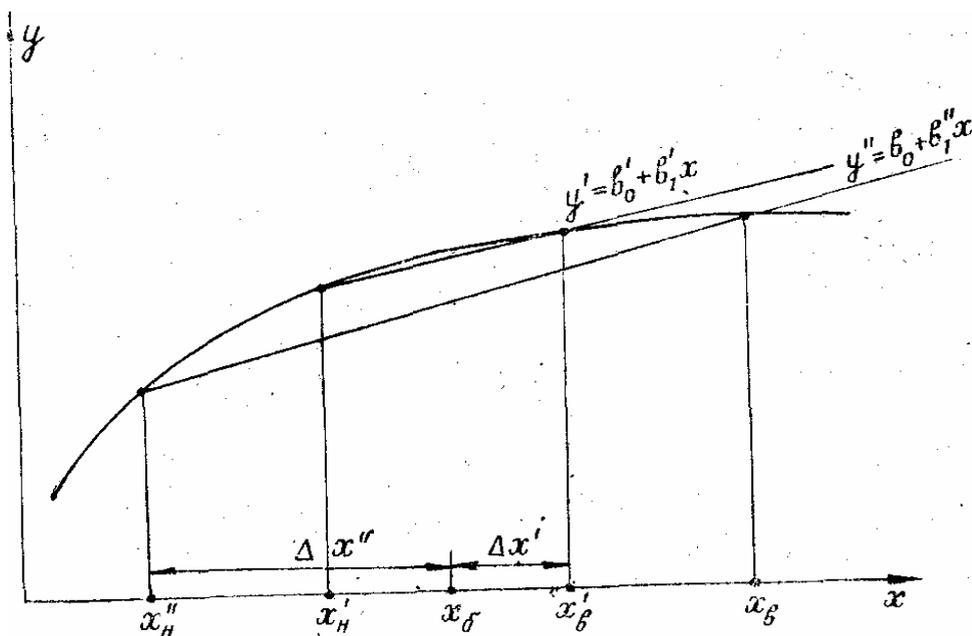


Рис. 5.2. Уменьшение шага варьирования для получения адекватной модели функции отклика

3. Для более достоверной оценки отклика в точках пространства производятся повторные наблюдения, т.е. параллельные опыты. Число параллельных опытов во всех точках обычно одинаково.

4. Определяется порядок проведения опытов (что очень важно) в соответствии с матрицей плана. Среди неконтролируемых факторов, которые действуют на исследуемый объект, могут оказаться факторы, меняющиеся по периодическому закону так же, как уровни варьирования управляемых факторов. Когда частота изменения неконтролируемых факторов будет близка к частоте изменения уровней управляемых факторов, то результаты наблюдений окажутся коррелированными

$$\mu_{11}\{y_g y_r\} \neq 0; \quad g \neq r; \quad g, r = 1(1)N.$$

Таким образом, нарушается одна из предпосылок регрессионного анализа. Чтобы этого не происходило, необходимо нарушить связь между частотами изменения неконтролируемых и управляемых факторов. Так как частота изменения неконтролируемых факторов неизвестна, то выбирается случайный порядок смены уровней управляемых факторов. Такое случайное расположение вариантов варьирования называется рандомизацией. Рандомизация проводится внутри каждой серии параллельных опытов с помощью таблицы равномерно распределенных случайных чисел. В этой таблице выбирается любой из столбцов, из которого берутся числа в том порядке, в каком они следуют, от 1 до  $N$ . и записываются в табл. 5.2 для первой серии параллельных опытов. Аналогично проводится рандомизация опытов в остальных сериях. После проведения рандомизации можно приступить к реализации опытов на объекте. Рандомизацию можно производить и иначе. В результате проведения опытов получается массив наблюдений отклика размерностью  $N*m$ , после чего осуществляется обработка этих наблюдений.

### 5.3.3 Алгоритм обработки результатов ПФЭ

Рассмотрим порядок обработки результатов ПФЭ на примере трехфакторной задачи с тремя сериями параллельных опытов ( $m=3$ ). Матрица базисных функций, результаты наблюдений и рандомизации сводятся в табл. 5.2.

Математическая обработка результатов ПФЭ проводится методом регрессионного анализа в следующем порядке:

1. Подсчитывается среднее значение отклика в каждом из  $N$  (в данном случае  $N=8$ ) опытов по  $m$  параллельным ( $m=3$ )

$$\bar{y}_g = \frac{1}{m} \sum_{l=1}^m y_{gl}; \quad g = 1(1)N. \quad (5.3)$$

2. Проверяется воспроизводимость эксперимента. Необходимо проверить гипотезу о равенстве ряда генеральных дисперсий  $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_g^2 = \dots = \sigma_N^2$ .

Таблица 5.2

### Обработка результатов ПФЭ

Матрица планирования эксперимента и расчет коэффициентов уравнения												Результаты эксперимента				Проверка адекватности		
$g$	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_1x_2$	$x_1x_3$	$x_2x_3$	$x_1x_2x_3$	$y_{g1}$	$y_{g2}$	$y_{g3}$	$\bar{y}_g$	$S_g^2$	$\hat{y}_g$	$(\bar{y}_g - \hat{y}_g)^2$
1	2	5	4	+	-	-	-	+	+	+	-	$y_{11}$	$y_{12}$	$y_{13}$	$\bar{y}_1$	$S_1^2$	$\hat{y}_1$	$(\bar{y}_1 - \hat{y}_1)^2$
2	5	4	7	+	+	-	-	-	-	+	+	$y_{21}$	$y_{22}$	$y_{23}$	$\bar{y}_2$	$S_2^2$	$\hat{y}_2$	$(\bar{y}_2 - \hat{y}_2)^2$
3	3	7	8	+	-	+	-	-	+	-	+	$y_{31}$	$y_{32}$	$y_{33}$	$\bar{y}_3$	$S_3^2$	$\hat{y}_3$	$(\bar{y}_3 - \hat{y}_3)^2$
4	6	3	5	+	+	+	-	+	-	-	-	$y_{41}$	$y_{42}$	$y_{43}$	$\bar{y}_4$	$S_4^2$	$\hat{y}_4$	$(\bar{y}_4 - \hat{y}_4)^2$
5	1	1	3	+	-	-	+	+	-	-	+	$y_{51}$	$y_{52}$	$y_{53}$	$\bar{y}_5$	$S_5^2$	$\hat{y}_5$	$(\bar{y}_5 - \hat{y}_5)^2$
6	7	2	2	+	+	-	+	-	+	-	-	$y_{61}$	$y_{62}$	$y_{63}$	$\bar{y}_6$	$S_6^2$	$\hat{y}_6$	$(\bar{y}_6 - \hat{y}_6)^2$
7	8	8	1	+	-	+	+	-	-	+	-	$y_{71}$	$y_{72}$	$y_{73}$	$\bar{y}_7$	$S_7^2$	$\hat{y}_7$	$(\bar{y}_7 - \hat{y}_7)^2$
8	4	6	6	+	+	+	+	+	+	+	+	$y_{81}$	$y_{82}$	$y_{83}$	$\bar{y}_8$	$S_8^2$	$\hat{y}_8$	$(\bar{y}_8 - \hat{y}_8)^2$
Коэффициенты				$b_0$	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_{12}$	$b_{13}$	$b_{23}$	$b_{123}$	$S_{g \max}^2$			$S_R^2$			
Проверка значимости коэффициентов												$G$				$F$		
$g, \%$	$S^2\{b_i\}$	$S^2\{b_0\}$	$S^2\{b_1\}$	$S^2\{b_2\}$	$S^2\{b_3\}$	$S^2\{b_{12}\}$	$S^2\{b_{13}\}$	$S^2\{b_{23}\}$	$S^2\{b_{123}\}$	$q, \%$			$q, \%$					
$\nu$	$S\{b_i\}$	$S\{b_0\}$	$S\{b_1\}$	$S\{b_2\}$	$S\{b_3\}$	$S\{b_{12}\}$	$S\{b_{13}\}$	$S\{b_{23}\}$	$S\{b_{123}\}$	$\nu_g$			$\nu_R$					
$t_{кр}$	$t_i$	$t_0$	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_{12}$	$t_{13}$	$t_{23}$	$t_{123}$	$N$			$\nu_0$					
$S_0^2$	$Sign$ $(t_i - t_{кр})$									$G_{кр}$			$F_{кр}$					

Если в результате проверки гипотеза  $H_0$  (5.4) отвергается, то эксперимент не воспроизводим, т.е. нарушается одна из предпосылок регрессионного анализа.

Для проверки подобной гипотезы рассчитываются оценки  $S_g^2$  дисперсий для всех  $N$  опытов

$$S_g^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{l=1}^m (y_{gl} - \bar{y}_g)^2; \quad g = 1(1)N. \quad (5.5)$$

Так как число степеней свободы  $\nu_g = m-1$  у всех оценок  $S_g^2$  одинаково, то для проверки выдвинутой гипотезы можно использовать критерий Кохрена. Расчетное значение критерия Кохрена будет равно

$$G = \frac{\max\{S_g^2\}}{\sum_{g=1}^N S_g^2} \quad (5.6)$$

Расчетное значение критерия Кохрена сравнивается с критическим, которое находится по таблице для заданного уровня значимости  $q$ , числа степеней свободы выборочных дисперсий  $\nu_g = m-1$  и числа опытов  $N$ . Если критическое значение критерия Кохрена  $G_g(\nu_g, N)$  будет больше расчетного значения  $G$ , то гипотеза  $H_0$  (2.4) не отвергается (эксперимент воспроизводим). В этом случае все выборочные дисперсии  $S_g^2$  являются оценками одной и той же генеральной дисперсии воспроизводимости  $\sigma^2 = \{y\}$ . Следовательно, можно объединить все выборочные дисперсии  $S_g^2$  в одну оценку, называемую обобщенной дисперсией воспроизводимости  $S_0^2$

$$S_0^2 = \frac{1}{N} \sum_{g=1}^N S_g^2, \quad (5.7)$$

число степеней свободы  $\nu$  которой

$$\nu = Nm - N = N(m-1).$$

3. Производится оценка коэффициентов регрессии. Поскольку ПФЭ является ортогональным планом, то для нахождения оценок коэффициентов регрессии нет необходимости решать систему нормальных уравнений. Формулы для нахождения оценок коэффициентов регрессии будут очень простыми. Любой коэффициент регрессии при ПФЭ находится как скалярное произведение столбца матрицы базисных функций соответствующей переменной на столбец средних наблюдений, деленное на скалярное произведение этого же столбца матрицы базисных функций на самого себя. Для рассматриваемого случая ПФЭ  $2^3$  (см. табл. 5.2) оценки коэффициентов (например,  $b_0, b_1, b_{23}$ ) определяются по следующим формулам:

$$b_0 = \frac{\bar{y}_1 + \bar{y}_2 + \bar{y}_3 + \bar{y}_4 + \bar{y}_5 + \bar{y}_6 + \bar{y}_7 + \bar{y}_8}{8};$$

$$b_1 = \frac{-\bar{y}_1 + \bar{y}_2 - \bar{y}_3 + \bar{y}_4 - \bar{y}_5 + \bar{y}_6 - \bar{y}_7 + \bar{y}_8}{8};$$

$$b_{23} = \frac{\bar{y}_1 + \bar{y}_2 - \bar{y}_3 - \bar{y}_4 - \bar{y}_5 - \bar{y}_6 + \bar{y}_7 + \bar{y}_8}{8};$$

В общем случае оценки находятся по формулам

$$b_i = \frac{\sum_{g=1}^N x_{gi} \bar{y}_g}{\sum_{g=1}^N x_{gi}^2} = \frac{\sum_{g=1}^N x_{gi} \bar{y}_g}{N};$$

$$b_{if} = \frac{\sum_{g=1}^N x_{gi} x_{gf} \bar{y}_g}{\sum_{g=1}^N (x_{gi} \cdot x_{gf})^2} = \frac{\sum_{g=1}^N x_{gi} x_{gf} \bar{y}_g}{N}.$$

Аналогично вычисляются оценки коэффициентов при взаимодействиях факторов более высокого порядка.

4. Проверяется значимость коэффициентов регрессионного уравнения. Найденные оценки коэффициентов регрессии  $b_0, b_i, b_{if}, b_{ifg}, \dots$  являются случайными величинами и тогда, когда истинные коэффициенты  $\beta_0, \beta_i, \beta_{if}, \beta_{ifg}, \dots$  равны нулю, могут отличаться от нуля. Так как ПФЭ – ортогональный план, то оценки коэффициентов регрессии независимы друг от друга. Следовательно, доверительные интервалы можно устанавливать для каждого коэффициента отдельно, независимо друг от друга. Доверительные интервалы строятся с помощью  $t$ -критерия Стьюдента. Для каждой оценки  $b_j$  рассчитывается критерий

$$t_j = \frac{b_j}{S\{b_j\}},$$

где  $S\{b_j\}$  – выборочное значение среднего квадратичного отклонения оценки  $b_j$ .

Для нахождения значения  $S\{b_j\}$  необходимо рассчитать оценку дисперсии среднего  $\sigma^2 \{ \bar{y} \}$

$$S^2 \{ \bar{y} \} = \frac{S_0^2}{m},$$

где  $S_0^2$  – обобщенная оценка дисперсии воспроизводимости (5.7). Зная оценку дисперсии среднего, можно определить оценку дисперсии каждого коэффициента регрессии

$$S^2 \{ b_j \} = \frac{S^2 \{ \bar{y} \}}{N} = \frac{S_0^2}{N \cdot m}.$$

Таким образом, критерий Стьюдента для каждого коэффициента будет равен

$$t_j = \frac{|b_j| \sqrt{Nm}}{S_0} \quad (5.8)$$

Выборочное значение  $t_j$  необходимо сопоставить с критическим значением критерия Стьюдента для заданного уровня значимости  $q$  и числа степеней свободы  $\nu=N(m-1)$ , которое находится по таблице (см. Приложение, табл. 1). Если выборочное значение критерия Стьюдента  $t_j$  для некоторого коэффициента регрессии  $b_i$  будет больше табличного  $t_q(\nu)$ , то соответствующий коэффициент признается значимым. Если же некоторая оценка  $b_j$ , признается незначимой, то это означает, что соответствующий теоретический коэффициент  $\beta_j$  равен нулю, и оценку  $b_j$  необходимо исключить из регрессионного уравнения. Так как ПФЭ – ортогональный план, то при исключении некоторого незначимого коэффициента из уравнения остальные коэффициенты не пересчитываются.

Причины статистической незначимости коэффициентов регрессии:

- соответствующий данному коэффициенту фактор не имеет функциональной связи с откликом;
- базовая точка планирования находится в точке частного экстремума по  $j$ -у фактору и приводит к тому, что  $\beta_j = 0$  (коэффициенты  $\beta_j$  имеют смысл частных производных отклика по соответствующему фактору);
- выбран слишком маленький шаг варьирования в условиях большой ошибки наблюдения, обусловленной влиянием неконтролируемых факторов.

5. Проверяется адекватность модели. В этом случае проверяется гипотеза об адекватности выбранной модели функции отклика

$$H_0: \eta(\bar{x}, \bar{\beta}) = \varphi(\bar{x}) \quad (5.9)$$

Для проверки этой гипотезы необходимо сопоставить две оценки дисперсий: среднюю  $S^2 \{\bar{y}\}$  и остаточную  $S_R^2$

$$S_R^2 = \frac{\sum_{g=1}^N (\bar{y}_g - \hat{y}_g)^2}{N - d}, \quad (5.10)$$

где  $\hat{y}_g$  – предсказанное по модели значение отклика в опыте  $g$ ;

$d$  – число оценок коэффициентов регрессионного уравнения после отбрасывания незначимых.

Число степеней свободы остаточной дисперсии  $S_R^2$  равно

$$\nu_R = N - d. \quad (5.11)$$

Чтобы сравнить две дисперсии  $S_R^2$  и  $S^2 \{\bar{y}\}$ , воспользуемся критерием Фишера

$$F = \frac{S_R^2}{S^2 \{\bar{y}\}} = m \frac{S_R^2}{S_0^2} \quad (5.12)$$

Расчетное значение критерия Фишера сравнивается с критическим для

заданного уровня значимости  $q$  и числа степеней свободы  $\nu_R$  и  $\nu=N(m-1)$ . Если расчетное значение критерия Фишера  $F$  не превышает критического, то гипотеза об однородности  $S_R^2$  и  $S^2\{\bar{y}\}$  и, следовательно, гипотеза об адекватности модели функции отклика не отвергаются. Если же гипотеза об адекватности отвергается, то необходимо либо уменьшить шаги варьирования, чтобы в пределах меньшей области добиться адекватности, либо перейти к более сложному виду регрессионной модели.

После проверки адекватности модели обработку результатов можно считать законченной.

Полученную таким образом модель исследуемого объекта можно использовать для предсказания величины отклика в той части факторного пространства, где был реализован эксперимент.

#### 5.3.4. Дробный факторный эксперимент

Число опытов ПФЭ  $N=2^n$ , при этом имеется возможность оценить  $2^n$  коэффициентов регрессии, среди которых могут быть линейные коэффициенты и коэффициенты при взаимодействиях факторов различного порядка. Однако могут быть такие случаи, когда априорно известно, что функция отклика содержит только линейные коэффициенты, т.е. взаимодействия факторов отсутствуют. В таких случаях ПФЭ становится избыточным, т.е. при ПФЭ проводится большее число опытов, чем нужно для оценки теоретического числа коэффициентов регрессии. В этих же случаях можно проводить не ПФЭ, а меньшее число опытов, равное или близкое к числу коэффициентов регрессии. Можно выбрать точки спектра плана случайным образом, однако при этом потерялись бы все существенные преимущества ПФЭ. Поэтому из ПФЭ желательно выбрать часть таких точек, которые обладали бы всеми свойствами ПФЭ. Такая часть точек плана ПФЭ называется дробным факторным экспериментом (ДФЭ).

Число точек спектра плана ДФЭ будет равно  $2^{n-p}$ , если в исследование включено  $n$  факторов. Если известно, что необходимо оценить  $d$  коэффициентов, то число опытов при ДФЭ должно быть

$$2^{n-p} \geq d \quad (5.13)$$

План типа  $2^{n-p}$  – это полный факторный эксперимент меньшего порядка, чем ПФЭ  $2^n$ . Пусть имеется  $n$  факторов. Из них выбирается  $n-p$  факторов, которые называются основными и для которых строится ПФЭ типа  $2^{n-p}$ . Остальные  $p$  факторов называются дополнительными;  $p$  называется также степенью дробности плана.

Например, необходимо решить трехфакторную задачу регрессии в линейном приближении, т.е. оценить коэффициенты  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$  при условии, что остальные коэффициенты  $\beta_{12}=\beta_{13}=\beta_{23}=\beta_{123}=0$ .

Число опытов при ДФЭ должно быть больше или равно числу коэффициентов уравнения

$$2^{n-p} \geq 4$$

Отсюда находим, что  $p=1$ . Следовательно, число основных факторов  $n-$

$p=3-1=2$  и в качестве основы плана использован ПФЭ типа  $2^2$ . Третий фактор (дополнительный)  $x_3$  можно варьировать в эксперименте как взаимодействие основных факторов  $x_1x_2$ . Соотношение

$$x_3=x_1x_2 \quad (5.14)$$

называется генерирующим. Генерирующее соотношение (ГС) всегда является соотношением между дополнительным фактором и взаимодействием основных. Для рассматриваемого примера в качестве генерирующего можно выбрать соотношение

$$x_3=-x_1x_2$$

Матрица планирования ДФЭ с ГС (5.14) будет иметь вид

$$F = \begin{pmatrix} +1 & -1 & -1 & +1 \\ +1 & +1 & +1 & -1 \\ +1 & -1 & +1 & -1 \\ +1 & +1 & +1 & +1 \end{pmatrix} \quad (5.15)$$

Анализируя матрицу F, можно заметить, что для данного случая

$$\left. \begin{array}{l} x_0 = x_1x_2x_3 \\ x_1 = x_2x_3 \\ x_2 = x_1x_3 \\ x_3 = x_1x_2 \end{array} \right\} \quad (5.16)$$

Соотношения (5.16) иногда называют вспомогательными. Вспомогательные соотношения показывают, какие теоретические коэффициенты регрессии будут смешаны в одной оценке. Если по результатам эксперимента, проведенного в соответствии с матрицей  $P$  (5.15), найти оценки коэффициентов линейного регрессионного уравнения, то в каждой найденной оценке будет смешано по два теоретических коэффициента

$$\left. \begin{aligned} b_0 &\rightarrow \beta_0 + \beta_{123}; \\ b_1 &\rightarrow \beta_1 + \beta_{23}; \\ b_2 &\rightarrow \beta_2 + \beta_{13}; \\ b_3 &\rightarrow \beta_3 + \beta_{12} \end{aligned} \right\} (5.17)$$

Соотношения (5.17) называются системой совместных оценок коэффициентов регрессии, которая строится на основе вспомогательных соотношений. Каким образом определить, сколько теоретических коэффициентов регрессии будет смешано в одной оценке? Если для  $n$  факторов истинная модель включает взаимодействия всех порядков (до  $n$ ), то число теоретических коэффициентов регрессии будет равно  $2^n$ . Так как с помощью ДФЭ мы будем определять только  $2^{n-p}$  оценок, то в каждой из них будет смешано  $2^n/2^{n-p} = 2^p$  теоретических коэффициентов регрессии.

Для рассмотренного выше примера  $p=1$  и в каждой оценке таким образом смешано по  $2^1=2$  теоретических коэффициента. Следовательно, ДФЭ можно использовать только тогда, когда каждая оценка служит оценкой для одного теоретического коэффициента регрессии.

Необходимо приравнять дополнительный фактор такому взаимодействию основных, которое не влияет на отклик или влияет пренебрежимо мало. Коэффициент регрессии обычно тем меньше, чем выше порядок взаимодействия, с которым он входит в уравнение регрессии. Значит, дополнительный фактор необходимо приравнять взаимодействию основных факторов самого высокого порядка.

ДФЭ типа  $2^{n-1}$  называется полуреplikой, потому что он содержит половину экспериментов ПФЭ. Полуреплика содержит одну дополнительную переменную ( $p=1$ ). Если дополнительный фактор в полуреплике приравняется взаимодействию самого высокого порядка основных, то такая полуреплика называется главной. Можно использовать четверть реплики, одну восьмую реплики и т.д. в зависимости от сушества задачи.

Система совместных оценок (5.17) является важной характеристикой дробного плана, так как характеризует разрешающую способность ДФЭ. Как считают, разрешающая способность ДФЭ тем выше, чем выше порядок взаимодействий, коэффициенты при которых смешиваются с линейными коэффициентами регрессии.

Определяющим соотношением (ОС) называется соотношение, которое получается из генерирующего при умножении ГС на его левую часть. Для рассмотренного выше примера имеем

$$\begin{aligned} \text{ГС: } x_3 &= x_1 x_2; \\ \text{ОС: } x_3^2 &= x_1 x_2 x_3. \end{aligned}$$

В левой части ОС будет квадрат дополнительного фактора, а так как квадрат любого фактора равен единице, то в левой части ОС будет единица. В правой части ОС будет находиться произведение основных факторов на дополнительный. Для рассматриваемого примера

$$\text{ОС: } 1 = x_1 x_2 x_3. \quad (5.18)$$

Умножив ОС последовательно на все базисные функции модели, при которых необходимо определить коэффициенты регрессии, получим вспомогательные соотношения (5.18). На основе вспомогательных соотношений можно построить систему совместных оценок ДФЭ (5.17). Таким образом, систему совместных оценок можно получить, минуя операцию построения матрицы базисных функций.

Необходимо отметить, что разрешающая способность главных дробных полуреplik возрастает с увеличением числа факторов. Разрешающая способность любой неглавной полуреплики меньше, чем разрешающая способность главной полуреплики. Следовательно, разрешающая способность реплик зависит от выбора ГС.

Рассмотрим дробные реплики более высокой степени дробности. Пусть требуется решить 6-факторную задачу регрессии в линейном приближении, т.е. при числе факторов  $n=6$  требуется определить оценки семи теоретических коэффициентов:  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$ . Остальные теоретические коэффициенты равны нулю.

Определим число дополнительных факторов. Согласно выражению (5.13) имеем

$$2^{6-p} \geq 7,$$

отсюда  $p=3$ .

Таким образом, число дополнительных факторов должно быть равно 3. Выберем в качестве основных факторов  $x_1, x_2, x_3$ , а в качестве дополнительных –  $x_4, x_5, x_6$ . Запишем ГС для дополнительных факторов

$$\text{ГС: } \begin{cases} x_4 = x_1 x_2; \\ x_5 = x_1 x_3; \\ x_6 = x_1 x_2 x_3, \end{cases}$$

и на основе ГС – определяющие

$$\text{ОС: } \begin{cases} 1 = x_1 x_2 x_4; \\ 1 = x_1 x_3 x_5; \\ 1 = x_1 x_2 x_3 x_6. \end{cases}$$

Из исходных ОС можно получить еще четыре производных ОС, перемножая исходные



Для того чтобы существовало решение задачи ДФЭ, необходимо, чтобы ни в одном из произведений переменных  $z_j$  (5.21), представляющих собой все возможные комбинации этих сомножителей, не содержалось число факторов, равное  $2^{n-p}-2$  или  $2^{n-p}-3$ .

Это условие необходимо, но недостаточно. Рассмотрим следующий пример.

**Пример.** Можно ли построить план ДФЭ для отдельной оценки коэффициентов при следующих базисных функциях:  $x_0, x_1, x_2, x_3, x_4, x_1x_2, x_2x_3, x_2x_4$ ?

Так как задача 4-факторная, то взаимодействия, при которых необходимо оценить коэффициенты, обозначим следующим образом (5.20):

$$x_5 = x_1x_2;$$

$$x_6 = x_2x_3;$$

$$x_7 = x_2x_4.$$

Введем новые переменные  $z_j$  [см. уравнения (5.21)]:

$$z_5 = x_5x_1x_2;$$

$$z_6 = x_6x_2x_3;$$

$$z_7 = x_7x_2x_4.$$

Рассмотрим все возможные произведения переменных  $z_j$ :

$$z_5z_6 = x_5x_6x_1x_3;$$

$$z_5z_7 = x_5x_7x_1x_4;$$

$$z_6z_7 = x_3x_4x_6x_7;$$

$$z_5z_6z_7 = x_1x_2x_3x_5x_6x_7x_4.$$

Поскольку ни в одном из произведений переменных  $z_j$  нет числа членов  $2^{n-p}-2=6$  или  $2^{n-p}-3=5$ , то задача построения плана ДФЭ для отдельной оценки коэффициентов регрессии (указанных в условии) разрешима.

Если задача планирования ДФЭ разрешима, то ГС следует выбрать таким образом, чтобы план ДФЭ был ортогональным, а для этого необходимо, чтобы информационная матрица Фишера была диагональной. Следовательно, ГС выбирается таким образом, чтобы соответствующее ему ОС не совпадало с внедиагональными элементами информационной матрицы Фишера.

Проведение ДФЭ и обработка результатов наблюдений осуществляются так же, как и при ПФЭ.

#### 5.4. Методы построения математических моделей второго порядка

Рассмотрим планы, позволяющие получить модель в виде полинома второго порядка

$$y(\bar{x}, \bar{\beta}) = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i + \sum_{i,f=1, i \neq f}^n \beta_{if} x_i x_f + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i^2.$$

Для получения модели второго порядка факторы необходимо варьировать по крайней мере на трех уровнях. Кроме уровней  $-1$  и  $+1$  можно использовать базовый уровень. Значит, для получения модели второго порядка можно использовать ПФЭ типа  $3^n$ . Для двух факторов спектр плана ПФЭ типа  $3^2$  приведен в табл. 5.3.

ПФЭ типа  $3^2$ 

g	$x_1$	$x_2$	$x_1^2$	$x_2^2$	$x_1x_2$
1	-1	-1	+1	+1	+1
2	0	-1	0	+1	0
3	+1	-1	+1	+1	-1
4	-1	0	+1	0	0
5	0	0	0	0	0
6	+1	0	+1	0	0
7	-1	+1	+1	+1	-1
8	0	+1	0	+1	0
9	+1	+1	+1	+1	+1

Однако на практике планы ПФЭ  $3^n$  используют крайне редко из-за их громоздкости. Например, для получения модели второго порядка от шести факторов с помощью ПФЭ типа  $3^n$  необходимо провести 729 опытов, что неприемлемо. Проведение ПФЭ типа  $3^n$  и обработка результатов наблюдений осуществляются так же, как и при ПФЭ типа  $2^n$ .

#### 5.4.1. Центральное композиционное планирование

Центральный композиционный план (ЦКП) состоит из трех композиций:

1. «Ядро» плана. В качестве «ядра» композиционного плана используются планы для линейных моделей типа  $2^n$  или  $2^{n-p}$ .

2. «Звездные» точки с координатами  $(\pm\alpha, 0, \dots, 0)$ ,  $(0, \pm\alpha, 0, \dots, 0) \dots (0, 0, \dots, \pm\alpha)$ . Количество «звездных» точек  $2n$ .

3. Центральные точки с координатами  $(0, 0, \dots, 0)$ . Количество центральных точек  $N_0$ .

Общее число точек спектра композиционного плана, таким образом, равно

$$N=2^n+2n+N_0. \quad (5.22)$$

В ЦКП каждый фактор варьируется на пяти уровнях:  $-1, 0, +1, -\alpha, +\alpha$ . Для получения модели объекта в виде полинома второго порядка необходимо оценить

$$k = n + 1 + \frac{n(n-1)}{2} + n \quad (5.23)$$

коэффициентов регрессии. Число опытов при ЦКП  $N$  (5.22) чем число коэффициентов регрессии  $k$  (5.23).

ЦКП будет оптимальным в том случае, если координаты «звездных» точек  $\alpha$  и число центральных точек  $N_0$  выбираются с учетом критериев оптимальности.

#### 5.4.2. Ортогональное центральное композиционное планирование

Поставим себе цель построить ортогональный центральный

композиционный план (ОЦКП) Для этого необходимо, чтобы матрица базисных функций ЦКП была ортогональной, т.е. необходимо выбрать  $\alpha$  и  $N_0$  таким образом, чтобы любые два столбца матрицы базисных функций (табл. 5.4) были взаимортогональны.

Линейные столбцы и столбцы взаимодействий в матрице ОЦКП (см. табл. 5.4) ортогональны любым другим столбцам при любых значениях  $\alpha$  и  $N_0$ . Для квадратичных столбцов требование ортогональности не выполняется. Наблюдается неортогональность двух родов. Неортогональность между столбцами свободного члена модели и квадратичными столбцами (неортогональность первого рода):

$$\sum_{g=1}^N x_{g0} x_{gi}^2 \neq 0; \quad i = 1(1)n; \quad x_0 \text{ и } x_i \quad (5.24)$$

и неортогональность между квадратичными столбцами (неортогональность второго рода):

$$\sum_{g=1}^N x_{gi}^2 x_{gj}^2 \neq 0; \quad i \neq j; \quad i, j = 1(1)n; \quad x_i^2, x_j^2. \quad (5.25)$$

Число центральных точек на условие ортогональности не влияет, поэтому можно принять  $N_0=1$ .

Таблица 5.4

Матрица базисных функций ОЦКП

$g$	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_n$	$x_1 x_2$	$x_{n-1} x_n$	$x_1^2$	$x_2^2$	$x_n^2$	$\tilde{x}_1^2$	$\tilde{x}_2^2$	$\tilde{x}_n^2$
1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	$1-\bar{x}^2$	$1-\bar{x}^2$	$1-\bar{x}^2$
2	+1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	$1-\bar{x}^2$	$1-\bar{x}^2$	$1-\bar{x}^2$
3	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	$1-\bar{x}^2$	$1-\bar{x}^2$	$1-\bar{x}^2$
4	+1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	$1-\bar{x}^2$	$1-\bar{x}^2$	$1-\bar{x}^2$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
$2^n$	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	$1-\bar{x}^2$	$1-\bar{x}^2$	$1-\bar{x}^2$
$2^n+1$	+1	$-\alpha$	0	0	0	0	$\alpha^2$	0	0	$\alpha^2-\bar{x}^2$	$-\bar{x}^2$	$-\bar{x}^2$
$2^n+2$	+1	$+\alpha$	0	0	0	0	$\alpha^2$	0	0	$\alpha^2-\bar{x}^2$	$-\bar{x}^2$	$-\bar{x}^2$
$2^n+3$	+1	0	$-\alpha$	0	0	0	0	$\alpha^2$	0	$-\bar{x}^2$	$\alpha^2-\bar{x}^2$	$-\bar{x}^2$
$2^n+4$	+1	0	$+\alpha$	0	0	0	0	$\alpha^2$	0	$-\bar{x}^2$	$\alpha^2-\bar{x}^2$	$-\bar{x}^2$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
$2^n+2n$	+1	0	0	$+\alpha$	0	0	0	0	$\alpha^2$	$-\bar{x}^2$	$-\bar{x}^2$	$\alpha^2-\bar{x}^2$
$2^n+2n+1$	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$2^n+2n+2$	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$2^n+2n+3$	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
$2^n+2n+N_0$	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Неортогональность первого рода (5.24) устраняет введением новых

квадратичных переменных  $\tilde{x}_i^2$

$$\tilde{x}_i^2 = x_i^2 - \bar{x}_i^2, \quad (5.26)$$

где

$$\bar{x}_i^2 = \frac{1}{N} \sum_{g=1}^N x_{gi}^2.$$

Так как средний квадрат  $\tilde{x}_i^2$  одинаков для любого столбца  $x_0$  и столбца новой квадратичной переменной  $\tilde{x}_i^2$ :

$$\sum_{g=1}^N x_{g0} \tilde{x}_{gi}^2 = \sum_{g=1}^N (x_{gi}^2 - \bar{x}_i^2) = \sum_{g=1}^N x_{gi}^2 - \sum_{g=1}^N \bar{x}_i^2 = \sum_{g=1}^N x_{gi}^2 - N \frac{1}{N} \sum_{g=1}^N x_{gi}^2 = 0.$$

Таким образом, неортогональность первого рода устранена путем введения новых переменных. Для устранения неортогональности второго рода (5.25) составим уравнение

$$\sum_{g=1}^N \tilde{x}_{gi}^2 \tilde{x}_{gf}^2 = 2^n \left(1 - \frac{2^n + 2\alpha^2}{2^n + 2n + 1}\right)^2 + \left(\alpha^2 - \frac{2^n + 2\alpha^2}{2^n + 2n + 1}\right) + (2n - 3) \left(\frac{2^n + 2\alpha^2}{2^n + 2n + 1}\right)^2. \quad (5.27)$$

Решая уравнение (2.27) при заданном  $n$ , можно найти оптимальное (с точки зрения ортогональности) значение  $\alpha$ . Некоторые значения координат «звездных» точек  $\alpha$  (или «звездное» плечо) приведены в табл. 5.5.

Таблица 5.5

### Параметры ОЦКП второго порядка

Размерность, $n$	2	3	4	5	6	7	8
Ядро плана	$2^2$	$2^3$	$2^4$	$2^{(5-1)}$	$2^{(6-1)}$	$2^{(7-1)}$	$2^{(8-2)}$
$N$	9	15	25	27	45	79	81
$\alpha$	1	1,215	1,414	1,547	1,722	1,885	2,001

Так как в качестве «ядра» ОЦКП можно использовать дробный план, то в общем случае

$$\alpha = \sqrt{2^{\frac{n-p}{2}} \left( \sqrt{N} - 2^{\frac{n-p}{2}} \right)}$$

Проведение ОЦКП на реальном объекте ничем не отличается от проведения ПФЭ, а обработка результатов наблюдений имеет некоторые особенности. Матрица Фишера плана ОЦКП будет диагональной, поэтому

оценки коэффициентов регрессии вычисляются просто, причем они будут независимы друг от друга. Однако хотя оценки коэффициентов регрессии находятся по тем же правилам, что и при ПФЭ, знаменатель в формулах для оценок будет различным для разных групп оценок. Следовательно, дисперсии оценок коэффициентов также будут различными для разных групп оценок. Алгоритм обработки результатов ОЦКП следующий:

1. Проверка воспроизводимости эксперимента. Проверка воспроизводимости производится так же, как при ПФЭ.

2 Оценка коэффициентов регрессии. Оценки коэффициентов регрессии вычисляются следующим образом:

$$b_0 = \frac{\sum_{g=1}^N \bar{y}_g}{N}; \quad b_i = \frac{\sum_{g=1}^N x_{gi} \bar{y}_g}{2^n + 2\alpha^2}; \quad b_{if} = \frac{\sum_{g=1}^N x_{gi} x_{gf} \bar{y}_g}{2^n}; \quad b_{ii} = \frac{\sum_{g=1}^N x_{gi}^2 \bar{y}_g}{2\alpha^4},$$

где  $\bar{y}_g$  – среднее из  $t$  параллельных наблюдений в опыте  $g$ .

3. Проверка значимости оценок коэффициентов регрессии. Необходимо рассчитать дисперсии оценок коэффициентов для различных групп оценок

$$S\{b_0\} = \frac{S_0^2}{N_m}; \quad S\{b_i\} = \frac{S_0^2}{(2^n + 2\alpha^2)m}; \quad S^2\{b_{if}\} = \frac{S_0^2}{2^n m}; \quad S^2\{b_{ii}\} = \frac{S_0^2}{2\alpha^4 m},$$

где  $S_0$  – обобщенная оценка дисперсии воспроизводимости [см. формулу (5.7)];

$N$  – число точек спектра плана ОЦКП;

$m$  – число параллельных опытов;

$\alpha$  – «звездное» плечо.

Затем для каждой оценки вычислить критерий Стьюдента.

Если расчетное значение  $t_j$  для некоторой оценки  $b_j$  будет больше табличного значения  $t_q(v)$  для заданного уровня значимости  $q$  и соответствующего числа степеней свободы  $v$ , то эта оценка признается значимой. В противном случае оценка признается незначимой и не включается в уравнение регрессии. Так как ОЦКП – ортогональный план, то все оценки независимы. Следовательно, при отбрасывании незначимых остальные коэффициенты не пересчитываются.

Итак, после отбрасывания незначимых коэффициентов получим модель вида

$$\hat{y} = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i x_i + \sum_{i=1}^n b_{if} x_i x_f + \sum_{i=1}^n b_{ii} \tilde{x}_i^2 = b_0 + B + \sum_{i=1}^n b_{ii} \tilde{x}_i^2$$

Последнее уравнение регрессии является уравнением относительно искомых факторов.

4. Проверка адекватности регрессионной модели. Проверка адекватности модели функции отклика проводится так же, как при ПФЭ [см. формулы (5.9)–(5.12)].

### **5.5. Построение математической модели с использованием пассивного эксперимента**

Рассмотрим поэтапную условную схему получения математического описания промышленного объекта методом пассивного эксперимента. Сущность пассивного эксперимента заключается в том, что исследователь регистрирует данные во всех входных и выходных параметрах в режиме нормальной эксплуатации объекта исследования, не производя реализацию матрицы эксперимента, как это предполагалось в предыдущих разделах данной главы.

На первом этапе происходит знакомство с основами исследуемого процесса и отбираются переменные, подлежащие регистрации, среди которых выделяют входные и выходные. Затем составляют структурную модель объекта: намечают точки съема данных, анализируют точность

прибора и методов контроля. На этом этапе снимают и обрабатывают первичную информацию. Выясняют характер и величину основных параметров законов распределения для отдельных технологических переменных; строят их авто- и взаимокорреляционные функции. Результаты первого этапа позволяют исследователю сформировать уравнения будущего математического описания и сделать ряд важных выводов: о стационарности процесса (наклонность к дрейфу), величине и характере запаздывания, об интервале съема данных, о продолжительности эксперимента и требуемом количестве опытов, о необходимости и числе параллельных замеров. На базе полученных результатов разрабатывают программу организации и проведения эксперимента по сбору данных.

На втором этапе осуществляют сбор основного массива статистических данных. Собранный материал подвергают предварительной обработке, проверяют на однородность и затем обчисляют на компьютере по алгоритму множественного регрессионного анализа.

После обработки данных приступают к оценке и интерпретации полученного математического описания. На этом этапе особенно важно участие специалистов, знакомых с основами исследуемого процесса. Формально – математическому анализу полученных уравнений сопутствует профессионально-технологическое осмысливание результатов. Затем осуществляют оценку работоспособности математического описания. Определяют роль и степень взаимосвязи технологических переменных и отсеивают переменные, не оказывающие существенного влияния на ход процесса; выявляют переменные, особо «зашумленные» погрешностью измерительных приборов. Если проведенный остаточный анализ показывает, что полученное математическое описание не обеспечивает необходимой точности, то намечают меры по дальнейшему его совершенствованию.

На следующем этапе осуществляют мероприятия по уточнению и корректировке полученных уравнений. Для тех переменных, где это необходимо, методы и приборы регистрации заменяют более точными. Проверяют уравнения, из которых исключены невлиятельные, переменные, и вводят дополнительные переменные. При необходимости преобразуют математическое описание, позволяющее освободиться от мешающего действия коррелированных переменных.

При достижении требуемой точности математического описания его можно использовать для управления объектом. По эмпирическим уравнениям регрессии рассчитывают оптимальные режимы для типовых технологических ситуаций. Результаты расчетов, обобщенные в виде таблиц или режимных карт, можно использовать при текущем управлении объектом.

Приведенная поэтапная схема получения математического описания достаточно условна и не исчерпывает всех ситуаций, возникающих на практике. Каждый конкретный случай приносит свои отклонения, которые отражают специфику решаемой задачи и особенности объекта исследования.

Рассмотрим вопросы планирования пассивного промышленного эксперимента. При этом необходимо определить: продолжительность эксперимента, частоту съема данных, временные сдвиги между входными и выходными факторами, объем выборки.

При рассмотрении вопроса о требуемом объеме выборки необходимо определить объем выборки  $n$ , который будет достаточным, если с заданной вероятностью  $P$  выборочная оценка параметра будет отличаться от истинного значения не более чем на заданную величину ошибки. Однако такой подход сильно завышает оценку для  $n$ , что невыгодно, так как проведение эксперимента на промышленном объекте связано с большими материальными затратами. Кроме того, одного критерия статистической надежности недостаточно, если речь идет о сборе данных на промышленном объекте с непрерывным изменением технологических переменных, так как неясно, за какой промежуток времени следует провести требуемое  $n$  опытов. Известно, что регрессионное уравнение можно эффективно использовать лишь в том интервале, в котором наблюдались изменения переменных при сборе статистических данных. Всякая экстраполяция уравнения за пределы обследованного интервала несостоятельна и может привести к большим погрешностям. Поэтому, если проводить  $n$  опытов за короткий отрезок времени, в течение которого технологические переменные успеют «пробежать» лишь часть своего диапазона, математическое описание объекта может оказаться непригодным для рабочего диапазона в целом. Отсюда появляется необходимость учитывать характер изменения во времени всех технологических переменных объекта.

Сформулируем задачу следующим образом. Задан рабочий диапазон конечной величины для технологической переменной  $X$ , изменения которой представляют собой случайный стационарный процесс

$$\Delta X = X_{\min} - X_{\max}$$

Весь диапазон дельта  $X$  разбит на ряд одинаковых квантов в соответствии с разрешающей способностью измерительного прибора. Предположим, что известны дискретность проведения опытов  $\Delta t$  и вероятности  $\nu_1$  и  $\nu_2$  попадания случайной величины  $X$  в нижний и верхний кванты диапазона дельта  $X$ .

Требуется определить время наблюдения  $T$  над переменной  $X$ , в течение которого в серии измерений

$$n = T / \Delta t$$

Переменная  $X$  с вероятностью  $P$  будет зафиксирована в верхнем и нижнем квантах хотя бы по одному разу. Естественно ожидать, что при выполнении этого требования будет охвачен весь диапазон изменения переменной, так как вероятности пребывания вблизи середины диапазона больше, чем вблизи его границ.

Обычно технологические переменные хорошо налаженных производств имеют небольшую колебательность, и, следовательно, вероятности  $\nu_1$  и  $\nu_2$  попадания в крайние кванты диапазона будут малы. В этом случае можно воспользоваться формулой Пуассона.

Если переменная  $X$  имеет симметричное распределение внутри диапазона, и, следовательно,  $\nu_1$  и  $\nu_2$  равны, то вероятность того, что за  $n$  наблюдений значения переменной  $X$  будут обнаружены хотя бы по одному разу и в верхнем, и в нижнем квантах, равна

$$p = (1 - e^{-\lambda})^2,$$

где  $\lambda = a * T$  и величина  $a$  – среднее число попаданий в крайний квант в единицу времени,  $T$  – полное время наблюдений. Следовательно,  $\lambda$  характеризует среднее число попаданий переменной в крайний квант диапазона за время эксперимента.

Задавшись подходящим значением  $P$ , из последнего выражения можно найти  $\lambda$ , а затем по формуле  $\lambda = a * T$  определить необходимое время наблюдения  $T$ . В табл. 5.6 приведены значения  $\lambda$  для распространенных в инженерной практике значений  $P$ .

Таблица 5.6

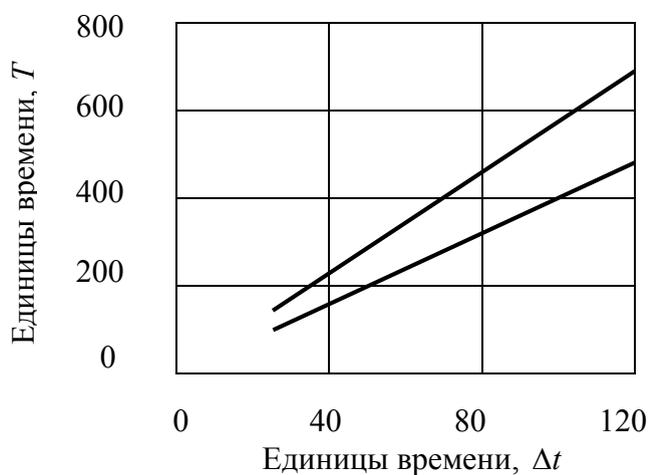
$P$	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99
$\lambda$	3,52	3,68	3,90	4,19	4,60	5,30

Среднее число попаданий переменной в крайний квант диапазона в единицу времени

$$a = \nu / \Delta t$$

Следовательно,  $\lambda = (T / \Delta t) * \nu$  откуда  $T = \Delta t * \lambda / \nu$

Вычислив отношение  $\nu / \Delta t$  и взяв из таблицы значение  $\lambda$ , соответствующее выбранной вероятности  $P$ , по последней формуле можно найти требуемое время наблюдений  $T$ . Оно измеряется в тех же единицах, что и  $\Delta t$ . На рис. 5.2 приведены зависимости  $T$  от  $\Delta t$  при двух наиболее употребительных значениях  $P$ .



Для практической оценки  $T$  вероятности  $\nu_1$  и  $\nu_2$  можно заменить соответствующими частотами  $\nu_1$  и  $\nu_2$ . Материалом для этого могут служить многочисленные архивные данные, имеющиеся на каждой производственной установке.

При окончательном выборе продолжительности эксперимента  $T_{\text{экс}}$  необходимо принимать во внимание все значения  $T$ , рассчитанные для технологических переменных  $X$ .

При определении интервала съема данных  $\Delta t$  можно руководствоваться следующим. Рассмотренный выше математический аппарат регрессионного анализа построен в предположении, что наблюдения по  $y$  некоррелированы.

Интервал времени между соседними опытами должен обеспечивать выполнение этого условия. Для непрерывных технологических процессов, для которых изменения переменных представляют собой некоторый случайный процесс, это равносильно требованию  $R_{yy}(\tau) \approx 0$ , где  $R_{yy}(\tau)$  – автокорреляционная функция выходной переменной  $y$ .

Практически интервал  $\Delta t$  выбирается по условию

$$\Delta t \geq \tau_y^*$$

где  $\tau_y^*$  – время корреляции переменной  $y$ , определяемое как

$$R_{yy}(\tau^*) = 0.05 * R_{yy}(0)$$

Время корреляции  $\tau_y^*$  легко определить по кривой автокорреляционной функции  $R_{yy}(\tau)$ , для построения которой должен быть организован специальный эксперимент с достаточно частой фиксацией значений  $y$ . Приблизительно значение  $\tau_y^*$  можно оценить по диаграммной записи. Для этого на диаграмме отмечают приближенное среднее значение и подсчитывают число пересечений  $f$  за время  $t$ . Практически установлено, что среднее число пересечений  $f_0 = f/t$  удовлетворительно стабилизируется за время, в течение которого  $f = 40$ – $70$ . Тогда

$$\tau_y^* \approx 2 / f_0.$$

При выборе  $\Delta t$  необходимо также учитывать ограничения, вытекающие из разрешающей способности контрольно-измерительной аппаратуры. Например, в большинстве случаев состав продуктов контролируется с помощью лабораторных химических анализов, продолжительность которых нередко составляет несколько часов. Экспериментатор не может приступить к отбору новых проб, пока не будут готовы результаты предыдущих замеров.

При выборе верхнего предела  $\Delta t$  следует принимать во внимание такие факты, как возможные изменения параметров объекта во времени, нарушение условий, в которых проводится эксперимент, и максимальные затраты, связанные с его проведением. Если интервал  $\Delta t$  взять очень большим, то результаты эксперимента окажутся подверженными влиянию изменений технологических параметров объекта. Поэтому интервал  $\Delta t$  целесообразно выбирать по возможности ближе к нижнему пределу.

Необходимый объем выборки  $n$  при проведении пассивного эксперимента, как отмечалось выше, можно определить, зная  $T$  и  $\Delta t$

$$n = T / \Delta t$$

Однако объем выборки зависит еще и от числа оцениваемых коэффициентов уравнения регрессии  $k$ . При этом должно выполняться неравенство  $n \geq 8 * k$ . Следует учесть также, что увеличение объема выборки в реальных производственных условиях приводит, как правило, к ухудшению эффективности математической модели ввиду того, что процесс, строго говоря, не остается стационарным в течение более длительного периода времени.

Большинство реальных промышленных объектов характеризуется явлением запаздывания. Под запаздыванием в данном случае понимается то минимально потребное время  $\tau_{зан}$ , через которое возмущение, возникшее на входе объекта, полностью проявит себя в характеристиках соответствующей выходной переменной. В общем случае время запаздывания может быть различным для различных каналов объектов (для простоты все рассуждения проводятся для одноканального объекта).

Явление запаздывания в реальных объектах обусловлено в основном двумя причинами:

- наличием транспортных перемещений сырья или промежуточных продуктов процесса внутри объекта;
- постепенностью развития самого процесса, его инерционностью.

Планируя эксперимент по сбору статистических данных, экспериментатор неизбежно сталкивается с необходимостью учитывать динамические свойства объекта. Этот учет сводится к определению временного интервала  $\tau_{зан}$ , которым следует разделить моменты съема данных о входных и выходных параметрах, с тем чтобы ситуация, наблюдаемая на входе объекта, соответствовала ситуации на его выходе, зафиксированной в том же опыте.

Для объектов с чистым запаздыванием (например, движение продукта по транспортной ленте)  $\tau_{зан}$  определяется относительно просто. В таких объектах процесс либо доступен непосредственному наблюдению, либо известны или могут быть измерены скорости перемещения продуктов процесса.

Для объектов, обладающих инерционностью, задача определения  $\tau_{зан}$  значительно усложняется.

Суть метода заключается в эквивалентной замене реального объекта объектом с чистым запаздыванием, имеющим время запаздывания  $\tau_{зан}$ .

Чистое запаздывание такого эквивалентного объекта определяется по взаимокорреляционной функции, связывающей сигнал на его входе и выходе. За время запаздывания  $\tau_{зан}$  принимается временная задержка, при которой взаимокорреляционная функция максимальна, т.е. теснота связи между входом и выходом наибольшая.

Выражение для взаимокорреляционной функции имеет вид

$$R_{XY}(\tau) = \frac{1}{T} \int_0^T X(t)Y(t+\tau)dt,$$

где  $X(t)$  и  $Y(t)$  – сигналы соответственно на входе и выходе объекта.

С другой стороны, существует автокорреляционная функция входного сигнала, которая может быть записана в форме

$$R_{XX}(\tau) = \frac{1}{T} \int_0^T X(t)X(t+\tau)dt$$

Таким образом, вид взаимокорреляционной функции, а следовательно, и значение  $\tau_{экс}$ , при котором  $R_{XY}(\tau)$  – максимальна, зависят как от динамических свойств объекта, так и от статистических характеристик входного сигнала.

Заменив далее реальный объект объектом, имеющим чистое запаздывание  $\tau_{зап} = \tau_{экс}$ , экспериментатор может использовать  $\tau_{экс}$  как меру точного временного интервала, которым следует разделить моменты съема данных о входных и выходных параметрах объекта.

Предполагаемая методика отыскивания  $\tau_{экс}$  применима для любого объекта, находящегося под воздействием стационарных случайных функций.

Собранный с использованием этих практических рекомендаций массив наблюдений о входных и выходных факторах обрабатывается методом множественного регрессионного анализа (МРА) по имеющимся программам в Excel.

Алгоритм обработки, включающий классический метод наименьших квадратов, в матричном виде определяется выражением

$$B = (X^T X)^{-1} X^T Y,$$

где  $X$  – матрица (размером  $k*n$ ) входных параметров ( $k$  – количество столбцов,  $n$  – количество строк), знаки  $^T$  и  $^{-1}$  обозначают соответственно – транспонирование и обращение матриц.  $Y$  – вектор-столбец выходного параметра.

Полученная математическая модель методом МРА оценивается на адекватность с помощью критерия Фишера, а значимость каждого коэффициента вектора  $B$  проверяется критерием Стьюдента.

### Вопросы для самопроверки

1. Как можно осуществить классификацию методов исследования систем управления?
2. Какие исследования называются количественными исследованиями, а какие – качественными?
3. Какие исследования называются комплексными исследованиями, а какие – частными?
4. Какие исследования относятся к прикладным научным исследованиям?
5. Какие исследования называются отчетными исследованиями?
6. Какие исследования называются контрольными исследованиями?
7. Когда используется сравнительное исследование систем управления?

8. Какую роль играет классификация методов исследования систем управления?
9. Что понимается под составом методов исследования систем управления?
10. Как осуществляется выбор метода исследования систем управления?
11. Какую математическую модель позволяет получить эксперимент типа ПФЭ?
12. Как проверить воспроизводимость эксперимента?
14. Как и для чего проверить значимость коэффициентов уравнения регрессии?
15. С какой целью вычисляется критерий Фишера?
16. Какую математическую модель позволяет получить эксперимент типаДФЭ?
17. Как построить матрицуДФЭ?
18. Из каких блоков состоит матрица ОЦКП (ортогонального центрального композиционного планирования)?
19. Какую математическую модель позволяет получить эксперимент типа ОЦКП?
20. Почему при построении модели второго порядка план ОЦКП предпочтительнее плана ПФЭ  $3^n$ ?
21. Недостатки пассивного эксперимента?
22. С какой целью рассчитываются авто- и взаимокорреляционная функции?
23. Как определить время квантования данных при проведении пассивного эксперимента?
24. Как определить необходимое количество опытов при пассивном эксперименте?
25. Зачем нужно использовать «время запаздывания» при сборе и обработке данных?
26. В каких случаях не удастся построить математическую модель объекта исследования при проведении пассивного эксперимента и как бороться с этой проблемой?

## Тема 6. Методы коллективных экспертных оценок

### 6.1. Метод круглого стола

Метод группового принятия решений.

**Фазы:**

**Вступительная** – ознакомление участников с решаемой задачей; установление порядка ведения и обсуждения.

**Узловая** – свободное высказывание идей и мнений, не опасаясь последствий.

**Итоговая** – обобщение и подведение итогов.

**Заключительная** – принятие решений.

## 6.2. Метод типа сценариев

Метод подготовки и согласования представлений о проблеме или объекте в письменном виде. Включает описание тенденций развития, взаимосвязи между характеристиками решения, перечень возможных состояний и опасностей.

Дает возможность оценить наиболее вероятный ход событий и возможные последствия принимаемых решений.

Модели сценариев:

- *описательные* (фиксация свойств и параметров);
- *изыскательные* (использование методов количественных оценок);
- *нормативные* (систематизация проблем по важности, времени и ресурсам).

**Разработка сценария** – это сочетание таких методов прогнозирования, как мозговая атака, дедукция, экстраполяция, аналогия, анализ и синтез. Основная идея сценария – предположение, что события будут развиваться и дальше так, как раньше, что те тенденции, которые наметились в прошлом, в основном сохранятся.

**Цель сценария** – изучить условия и найти момент, когда исследуемое предприятие начнет испытывать кризис и станет разрушаться под воздействием внутренних причин, даже если никаких посторонних внешних воздействий не последует.

## 6.3. Метод типа Дельфи

Итеративная процедура при проведении мозговой атаки.

- Основан на последовательном индивидуальном опросе экспертов и итерационном сведении мнений к единому.
- Проводится в несколько туров.
- Результаты обработки анкет-заданий предыдущего тура возвращаются экспертам.
- Эффективность метода зависит от координатора-организатора работы экспертов.
- Разработан в США в 50-х годах XX в.
- Получил название в честь города Дельфы, возникшего около храма Аполлона (построен в 880 г. до н.э.), жрецы которого составляли экспертный совет прогнозирования будущих событий.

## 6.4. Метод мозговой атаки

Процедура группового креативного мышления, точнее – это средство получения от группы лиц большого количества идей за короткий промежуток времени. Считается за норму, если в течение 1,5 часа (два академических часа) группа продуцирует до сотни идей.

Концепция мозговой атаки получила широкое распространение с начала 50-х годов как «метод систематической тренировки творческого мышления»,

направленный на «открытие новых идей и достижение согласия группы людей на основе интуитивного мышления».

Методы этого типа известны также под названиями:

- мозгового штурма;
- конференций идей;
- коллективной генерации идей (КГИ).

В зависимости от принятых правил и жесткости их выполнения различают:

- прямую мозговую атаку;
- метод обмена мнениями;
- методы типа комиссий, судов (когда одна группа вносит как можно больше предложений, а вторая старается их максимально критиковать);
- мозговая атака в форме деловой игры.

### **Фазы мозговой атаки.**

**1. Подготовка.** Первая фаза включает в себя выбор проблемы и проработку ее путем индивидуальных реактивных приемов.

Например:

- а) проблема – «как преуспеть на современном рынке?»;
- б) проработка проблемы с помощью предложенных в предыдущем разделе вопросов;
- в) выбор главного пути решения выдвинутой проблемы;
- г) тестирование всех появляющихся в поле сознания путей. Такая подготовительная работа дает возможность менеджеру оценить суть проблемы и сделать вывод о главных направлениях групповой работы.

### **2. Формирование креативной группы.**

Наибольший успех мозговой атаки будет обеспечен при соблюдении следующих условий:

- группа должна состоять примерно из десяти человек;
- социальный статус участников должен быть примерно равным;
- в группе должно быть всего лишь несколько человек, сведущих в рассматриваемой проблеме, чтобы предоставить полный простор воображению участников. Лица, обладающие специальными знаниями, нежелательны. Их стремление осмысливать высказываемые идеи в соответствии с имеющимся опытом может сковывать воображение;
- обсуждение проблемы должно проходить в комфортной и непринужденной обстановке. Участники должны быть в состоянии «релаксации».
- руководитель должен председательствовать. Ему следует воздерживаться от давления на участников;
- в группе назначаются секретари-наблюдатели, которые фиксируют высказывания и поведение ораторов.

### **3. Процедура мозговой атаки.**

Здесь выделяются три этапа:

**1. Вступление.** Длится до 15 минут. Ведущий говорит о сущности метода, разъясняет правила действий участников. Объявляет проблему, например: «Как преуспеть на современном рынке?». Проблемы записываются на доске. Ведущий объясняет причину выдвижения избранной темы, затем просит участников предложить свои варианты формулировок, которые также записываются на доске.

**2. Генерация идей.** Участники дискуссии в свободной форме высказывают свои идеи, которые фиксируются на доске. Для этого привлекаются назначенные секретари или ассистенты. Как только происходит задержка с выдвижением новых идей, ведущий просит участников поразмыслить над проблемой, посмотреть на доску. После паузы обычно начинается новая вспышка идей. Если таковой не наступает, ведущий выдаст бланки с вопросами, ответы на которые порождают такую вспышку.

### **3. Вопросы.**

**4. Заключение.** Здесь могут иметь место два варианта:

**«Классический» вариант.** Ведущий благодарит участников за проделанную работу и сообщает, что высказанные идеи будут доведены до сведения специалистов, способных оценить их с точки зрения применения на практике. Если у участников брейнсторминга возникнут новые идеи, то они могут передать их в письменном виде руководителю дискуссии. Как видно, это не лучшая процедура завершения «мозговой атаки». В связи с этим практикуются и другие варианты заключительной части занятий.

**Облегченный вариант.** Оценка идей осуществляется самими участниками. Здесь используются различные приемы:

1. Участники дискуссии разрабатывают критерии оценки идей. Эти критерии выписываются на доске, располагаясь по степени важности.

2. Выдвинутые идеи группируются по соответствующим основаниям, которые определяются содержанием идей.

3. Определяется наиболее перспективная группа идей. Каждая идея в этой группе оценивается в соответствии с критериями оценки.

4. Тестирование идей методом «от противного»: «Каким образом данная идея, если ее реализовать, провалится?»

5. Определяются наиболее «дикие» идеи, которые пытаются переделать в практически возможные.

6. Каждый участник как бы вновь проделывает «мозговую атаку» для себя лично, создавая на основе уже зафиксированных идей нечто новое.

7. Группа выбирает наиболее ценные идеи, располагает их по степени важности и предлагает для внедрения в практику.

8. Распространение ценных идей о том, как преуспеть на рынке по сферам производства:

- планирование и прогнозирование;
- маркетинг;
- оперативное управление производством;
- управление персоналом.

## 6.5. Деловая игра

*Деловая игра (ДИ)* – это саморегулируемая имитационная модель ситуации (проблемы) с непрерывно меняющимися условиями. В решении ДИ по определенным правилам участвуют несколько сторон, представленных одним или группой участников, имеющих несовпадающие цели и заинтересованных в нахождении оптимального решения. Первое упоминание о деловых играх можно найти еще в папирусах Древнего Египта. Где описаны широкомасштабные учения египетской армии с элементами ситуационного моделирования.

### ***Классификация деловых игр:***

#### ***1. По времени проведения:***

- без ограничения времени;
- с ограничением времени;
- игры, проходящие в реальное время;
- игры, где время сжато.

#### ***2. По оценке деятельности:***

- балльная или иная оценка деятельности игрока или команды;
- оценка того, кто как работал, отсутствует.

#### ***3. По конечному результату:***

- жесткие игры – заранее известен ответ (например, сетевой график), существуют жесткие правила;
- свободные, открытые игры – заранее известного ответа нет, правила изобретаются для каждой игры свои;
- участники работают над решением неструктурированной задачи.

#### ***4. По конечной цели:***

- обучающие – направлены на появление новых знаний и закрепление навыков участников;
- констатирующие – конкурсы профессионального мастерства;
- поисковые – направлены на выявление проблем и поиск путей их решения.

#### ***5. По методологии проведения:***

- луночные игры;
- ролевые игры;
- групповые дискуссии;
- имитационные;
- инновационные игры;
- ансамблевые игры.

## ***Характеристики ДИ***

### ***Этапы ДИ.***

1. Класс действий, в которые участники вовлечены как представители сообщества или какого-либо рода деятельности.

2. Понятия, с помощью которых общие цели или проблемы определяются и осмысливаются авторами в совместном действии.

3. Общие цели или проблемы, для разрешения которых участники создают или применяют общий язык.

4. Средства или ресурсы, посредством которых выполняются проекты, значимые для участников.

5. Конкретные условия или обстоятельства, в которых протекает совместная деятельность, и связи, в которые включены участники.

**1-й этап – ПРОБЛЕМАТИЗАЦИЯ**, когда участники должны осмыслить те проблемы, которые мешают развиваться организации и ее подразделениям.

**2-й этап – ОПТИМИЗАЦИЯ ЦЕЛЕПОЛАГАНИЯ**, когда участники генерируют оптимальную модель развития.

**3-й этап – ПОИСК РЕСУРСОВ**, с помощью которых можно достичь поставленных целей.

**4-й этап – ОРГАНИЗАЦИОННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**, заключительный, когда участники «привязывают» найденные в игре решения к конкретным производственным условиям и связям, отвечая на вопрос: «Кто конкретно что должен сделать, чтобы изменить реальную ситуацию в организации?».

Конструкция ДИ требует уяснения:

- целей;
- критериев оптимальности;
- ограничений;
- четкого представления о том, какие именно социально-экономические системы будут моделироваться в игре;
- определения, какими средствами будут реализовываться все элементы модели системы (объект управления и управляющая система – игровой комплекс, обратная связь, управляющие и возмущающие действия);
- как будет оцениваться эффективность ДИ?

**В конструировании ДИ необходимо выделить несколько этапов:**

**1-й этап.** Составление технического задания разработчиком или же получение заказа на разработку ДИ.

**2-й этап.** Разработка видения, замысла игры.

**3-й этап.** Выбор и обоснование объекта игрового моделирования.

**4-й этап.** Разработка структуры ДИ и игрового комплекса.

**5-й этап.** Разработка системы оценивания деятельности участников игры.

**6-й этап.** Разработка методики проведения и реквизитного обеспечения.

**7-й этап.** Оценка эффективности по результатам опытных прогонов модели ДИ.

## 6.6. Метод дерева целей

**Цель** – это те основные результаты, к которым предприятие стремится в своей деятельности на протяжении длительного времени. От того, насколько правильно выбрана цель и насколько четко и ясно она сформулирована, зависит успех предприятия. Непродуманное и нечеткое формулирование цели приводит к тому, что вся система управления работает неэффективно. Следовательно, в современном менеджменте без четкого определения цели, без выявления соотношения целей, средств достижения целей, оценки эффективности и путей достижения целей нельзя решать проблему эффективного управления предприятием.

В системе управления предприятием цели выполняют ряд важных функций:

- Во-первых, цели отражают философию предприятия, концепцию его деятельности и развития. А поскольку виды деятельности лежат в основе общей и управленческой структуры, именно цели определяют в конечном счете характер и особенности предприятия;

- Во-вторых, цели уменьшают неопределенность текущей деятельности как предприятия, так и отдельного человека, становясь для них ориентирами в окружающем мире, помогают приспособиться и сконцентрироваться на достижении желаемых результатов;

- В-третьих, цели составляют основу критериев для выделения проблем, принятия решений, контроля и оценки результатов деятельности, направленной на их реализацию, а также материального и морального поощрения наиболее отличившихся сотрудников.

При формулировании цели необходимо делать акцент на ее актуальность и значимость.

Актуальность цели проверяется как можно чаще по мере изменения основных факторов и условий внешней и внутренней среды. Следовательно, цели и их приоритеты не являются постоянными, они могут пересматриваться, уточняться, если цель считается достигнутой или оказалась невыполненной или нереальной.

Отсюда следует, что любая деятельность в системе управления оправдана в том случае, если учитываются следующие требования: конкретность, измеримость, реальность, гибкость, совместимость, взаимоподдерживаемость.

Во-первых, цель должна быть конкретной, т.е. выражена не только качественными, но и количественными показателями.

Во-вторых, цель должна быть реальной, достижимой в данных условиях.

В-третьих, цель должна быть гибкой, способной к трансформации и корректировке в соответствии сменяющимися условиями деятельности предприятия.

В-четвертых, цель достигается в результате совместной деятельности всего персонала, так как оказывает существенное влияние на мотивацию работников, которые хотят достичь реализации цели, установленной для предприятия. Если цель недостижима, стремление работников к успеху будет

заблокировано и их мотивация ослабнет, т.к. в повседневной жизни принято связывать вознаграждение и повышение по службе с достижением цели предприятия.

В-пятых, цели должны быть совместимыми друг с другом во времени и пространстве и не ориентировать персонал на действия, противоречащие друг другу.

В-шестых, цель должна быть измеряемой.

С точки зрения измеряемости цели важно знать:

- что измерить;
- как измерить;
- конкретные функции измерения;
- каковы издержки измерения;
- обеспеченность методологической и информационной базы данных;
- выбор конечных критериев (показателей) для измерения.

Большую популярность приобрели методы построения целевой модели в виде древовидного графа (дерево целей, вершиной которого является генеральная цель, а ветвями – подцели, решение которых обеспечивают достижение целей).

Основные требования при построении дерева целей сводятся к следующему:

- общая цель, находящаяся в вершине графа, должна содержать описание конечного результата;
- при развертывании цели в иерархическую структуру целей исходят из того, что реализация подцелей (задач) каждого последующего уровня является необходимым и достаточным условием достижения цели предыдущего уровня;
- при формулировании целей различного уровня необходимо описывать желаемые результаты, но не способы их получения;
- подцели каждого уровня должны быть независимыми друг от друга и не выводимыми друг из друга;
- фундамент дерева целей должны составлять задачи, представляющие собой формулировку работ, которые могут быть выполнены определенным способом и в заранее установленные сроки.

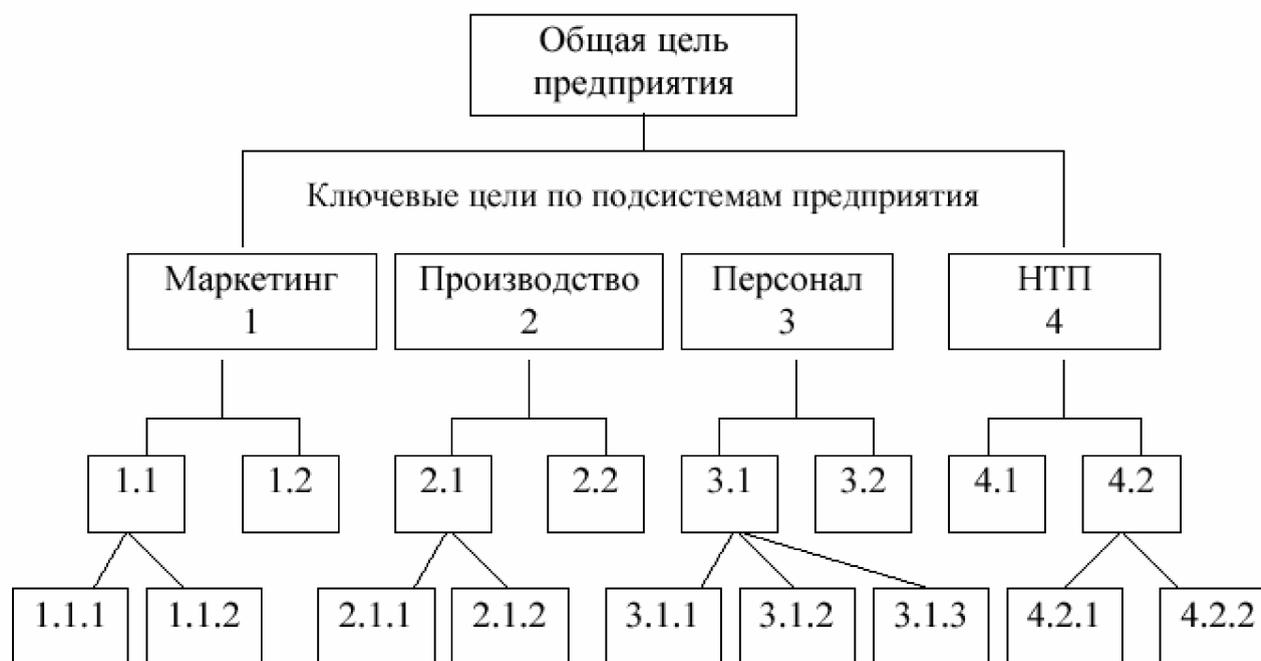


Рис. 6.1. Дерево целей.

Таким образом, дерево цели представляет собой структурное отображение распределения целей по уровням управления. Такое дерево целей строится для каждого уровня управления, а затем производится объединение дерева целей каждого уровня в общее дерево целей предприятия.

### 6.7. Метод морфологического ящика (ММЯ)

ММЯ является единственным «алгоритмизированным» методом из набора Цвикки; он наиболее доступен для понимания обычным инженерам, не «морфологам от рождения». Последняя особенность сослужила методу плохую службу: бездумное, догматическое применение ММЯ в той сжатой, «телеграфной» форме, которая дана автором метода, почти неизбежно ведет к отрицательному результату.

Цвикки формулирует этапы ММЯ так:

1. Точно сформулировать проблему, подлежащую решению.
2. Выявить и охарактеризовать все параметры, которые могли бы войти в решение заданной проблемы.
3. Сконструировать морфологический ящик или многомерную матрицу, содержащую все решения заданной проблемы.
4. Все решения, содержащиеся в морфологическом ящике, внимательно проанализировать и оценить с точки зрения целей, которые должны быть достигнуты.
5. Выбрать и реализовать наилучшие решения (при условии наличия необходимых средств). Этот этап практической реализации требует дополнительного морфологического исследования.

Простейший пример морфологического ящика содержит  $4 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3 = 14\ 400$  вариантов. Каждый вариант можно обозначить формулой  $A_i B_j V_k \Gamma_n \dots$

Например, вариант А2Б2В1Г1Д2Е2Ж3И3 означает следующее: чугунная печь (А2) с асбоцементной трубой (Б2), выведенной через потолок (Е2), топится дровами (В1), топливник вертикальный (Г1), теплоаккумулирующая емкость засыпана песком или золой (Д2), печь на ножках (Ж3), никаких приспособлений для приготовления пищи нет (И3).

Универсальность ММЯ успешно продемонстрирована самим Цвикки на целом ряде примеров, а тот факт, что кабинетный ученый-астрофизик в течение нескольких лет получил 16 патентов (из них только три – с соавторами) на новые конструкции ракетных двигателей на химическом топливе и выдвинулся в ряд ведущих специалистов ракетостроения, в архиделовой Америке вызвал первый бум морфоанализа, в результате которого тысячи инженеров кинулись строить морфологические матрицы и убедились, что все это не так просто. Немыслимое количество вариантов, которое требовалось проанализировать прежде, чем выбрать окончательный, довольно быстро охлаждало энтузиазм.

	Параметры	Варианты			
А	Материал корпуса	1. Сталь	2. Чугун	3. Кирпич	4. Другое
Б	Материал дымовой трубы	1. Сталь	2. Асбоцемент	3. Кирпич	4. Другое
В	Вид топлива	1. Дрова	2. Солома	3. Хворост	4. Уголь 5. Другое
Г	Форма топливника	1. Вертикальный		2. Горизонтальный	
Д	Средства аккумуляирования тепла	1. Водяной бачок	2. Засыпка песком или золой	3. Обкладка кирпичом	
		4. Тепловая камера, заполненная камнем			5. Другое
Е	Вывод трубы	1. Через окно	2. Через потолок		
Ж	Средства пожарной безопасности	1. Металлический поддон	2. Асбестовая подкладка	3. Ножки	4. Нет
И	Устройство для приготовления пищи	1. Одна конфорка	2. Две конфорки		3. Нет

Рис. 6.2. Морфологическая матрица для объекта «Печь для дачного домика»

Интерпретаторы и последователи Цвикки не всегда адекватно понимали и передавали его идеи, даже формулировки этапов ММЯ в разных пособиях скорректированы и еще более сокращены по сравнению с исходным текстом, приведенным выше. В результате метод морфологического ящика, оторванный от общих принципов морфологического подхода, стал достаточно уязвимым для критики. В немалой степени помог этому и сам Цвикки, точнее, его работы.

Обозначив цель каждого этапа словесными формулировками, он для описания средств достижения цели этапа воспользовался совсем иным методом, не оговорив это для читателя, – методом «делай, как я». Основной объем книги – основного труда Цвикки – занят описанием и подробным разбором хода решения нескольких разнородных примеров, взятых из различных областей человеческой деятельности (от способов превращения энергии до систем стенографии, от видов телескопов до юриспруденции в космическом пространстве), при неявном предположении, что читатель на этих примерах сам поймет, как реализуется тот или иной этап. Однако темп жизни и нетерпение читателей и «писателей» привели к тому, что эта важная методическая часть была просто опущена, в результате чего алгоритм ММЯ превратился в лозунг-загадку.

Истекшие десятилетия существенно продвинули науку о методах исследования, поэтому сейчас работы Цвикки кто-то может воспринять и как непоследовательные, и как примитивные. Однако даже не делая скидки на время, следует признать морфологический подход прежде всего весьма плодотворным способом мышления (именно так его представлял сам Цвикки), который в своих конкретных реализациях может служить также и плодотворным методом обработки проблемы, т.е. подготовки, переформулировки, изменения взгляда на проблему. При этом не забудем оговориться, что, как и любой другой, морфологический метод – это метод для мышления, а не вместо мышления; оценки и выбор решения остаются прерогативой человека, а не алгоритма.

### **6.8. Метод анализа иерархий**

Метод анализа иерархий позволяет определить уровни подчинения элементов в системе. Этот метод является методом анализа структуры организации. Рассматривая структуру, выделяют уровни декомпозиции, которые отражают иерархические уровни управления.

Выделение уровней иерархии осуществляется на основе функционального принципа управления. Рекомендуемое число уровней иерархии – 3–4.

Для того чтобы сократить число уровней, осуществляется группировка подразделений, которая позволяет представить структуру в упрощенном виде, более доступном для анализа.

#### ***Вопросы для самоконтроля:***

1. В чем заключается метод круглого стола?
2. Какие методы называются методами типа «сценариев»?
3. В чем особенность метода Дельфи?
4. Когда используются методы типа «мозговая атака» или «мозговой штурм»?
5. Когда используются деловые игры?
6. В чем заключается метод дерева целей?

7. В чем состоит основная идея морфологического подхода?
8. Какие морфологические методы вы знаете?
9. Когда используется метод анализа иерархий?
10. Какова структура морфологического ящика Цвикки?

## **Тема 7. Исследование и экспериментальная оптимизация систем управления**

### **7.1. Постановка задачи**

Решение многих задач управления, проектирования, планирования в той или иной мере связано с оптимизацией, т.е. с нахождением наилучших в определенном смысле значений различных параметров. Для химического реактора, например, оптимизация означает выбор таких значений температуры, давления, расходов и концентраций компонентов реакции, при которых реакция будет протекать с максимальным выходом целевого продукта, либо продукция будет соответствовать определенным требованиям к качеству, либо, наконец, реакция будет протекать за минимальное время. Обычно задается некоторый критерий оптимизации (целевая функция)  $Y$ , зависящий от ряда управляемых факторов:  $\vec{X} = (x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$ . Тогда задача оптимизации сводится к отысканию таких значений компонентов вектора управляемых факторов  $\vec{X}^0 = (x_1^0, x_2^0, \dots, x_i^0, \dots, x_n^0)$ , при которых целевая функция достигает экстремума. Функция

$$Y(\vec{x}) = f(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$$

образует некоторую поверхность в  $n+1$ -мерном пространстве управляемых факторов и целевой функции  $Y$ . Эту поверхность обычно называют поверхностью отклика, а отдельные значения  $Y$ , соответствующие некоторой комбинации компонентов вектора  $\vec{X}$ , – просто откликом.

Целевые функции, такие как производительность, прибыль, часто связаны с величинами, характеризующими качество продукции. Например, необходимо найти такой режим работы некоторого аппарата, при котором производительность его будет максимальной, а качество продукции – соответствовать требованиям стандартов. Здесь одна целевая функция, а именно – характеристика качества продукции, выступает в роли ограничения. Такого вида ограничения называются функциональными, так как характеристика качества продукции, так же как и целевая функция (производительность), являются некоторыми функциями от вектора управляемых факторов  $\vec{X}$ . Кроме функциональных ограничений, могут быть также и факторные, т.е. ограничения, накладываемые на одну, несколько или все составляющие вектора  $\vec{X}$ . Учитывая все вышесказанное, задачу оптимизации в самом общем виде можно записать следующим образом:

$$\max(\min)Y = f(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n);$$

$$Y_{jmin} \leq Y_j \leq Y_{jmax}, j = 1(1)m;$$

$$x_{imin} \leq x_i \leq x_{imax} \quad i=1(1)n, \quad k \leq n.$$

В тех случаях, когда зависимость задана в аналитической форме, координаты оптимальной точки  $(x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0)$  в факторном пространстве можно найти, решив систему дифференциальных уравнений вида

$$\frac{\partial Y}{\partial x_i} = 0; \quad i = 1(1)n.$$

Такое решение задачи оптимизации возможно в том случае, если отсутствуют факторные и функциональные ограничения. Если решается задача отыскания оптимума при ограничениях, то используются методы математического программирования, либо задача поиска условного экстремума с помощью множителей Лагранжа сводится к задаче поиска безусловного экстремума.

Однако в большинстве практических случаев аналитическая зависимость  $Y(X)$  неизвестна, и исследователь располагает только возможностью наблюдать значения отклика при различных комбинациях управляемых факторов  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ . При этом процедура измерения наблюдаемого значения отклика предоставляет собой сумму истинного значения отклика и случайной ошибки опыта  $\varepsilon$ .

$$Y = M\{Y\} + \varepsilon.$$

Для решения задачи оптимизации используют два принципиально различных подхода:

1. Оптимальные условия определяют с помощью математической модели объекта. Для этого вначале каким-либо образом находят математическую модель, а затем аналитическим или численным методом решают задачу оптимизации.

2. Экспериментальный поиск оптимальных условий осуществляют непосредственно на объекте без использования модели объекта.

Поисковые методы, или методы экспериментальной оптимизации, в отличие от аналитических требуют вначале локального изучения поверхности отклика по результатам ряда экспериментов, специально спланированных вблизи исходной точки. Точка спектра плана в этом случае выбирается таким образом, который позволит организовать движение в направлении экстремума функции отклика. Экстремальное значение функции отклика достигается с помощью многократной последовательной процедуры изучения поверхности отклика и продвижения в факторном пространстве. Рассмотрим методы поиска максимума функции отклика (поиск минимума функции отклика ничем принципиально не отличается).

Все поисковые методы позволяют найти экстремум функции отклика в результате поэтапного движения. На каждом этапе реализуются две операции. Первая операция – исследование поверхности отклика в окрестности некоторой точки факторного пространства в целях определения направления движения к экстремуму функции отклика. Вторая операция – организация движения к экстремуму в выбранном направлении. Все методы поиска экстремума отличаются характером первой или второй операции.

## 7.2. Метод Гаусса – Зайделя

Метод Гаусса – Зайделя, или метод покоординатного поиска, является классическим методом поиска экстремума функции. Последовательное движение к экстремуму осуществляют путем поочередного варьирования каждым фактором до достижения частного экстремума функции отклика. При этом все остальные факторы стабилизируют на некоторых уровнях. Достигнув частного экстремума по последнему фактору  $X_n$ , переходят к варьированию первым  $X_1$ . Направление движения по каждой из координат факторного пространства определяют путем постановки в окрестности исходной точки двух пробных опытов с координатами  $(X_i - \delta X_i)$  и  $(X_i + \delta X_i)$ . Движение осуществляется в том направлении, в котором наблюдается большее значение отклика. Идея метода Гаусса – Зайделя может быть показана на примере двухфакторной задачи (рис. 7.1).

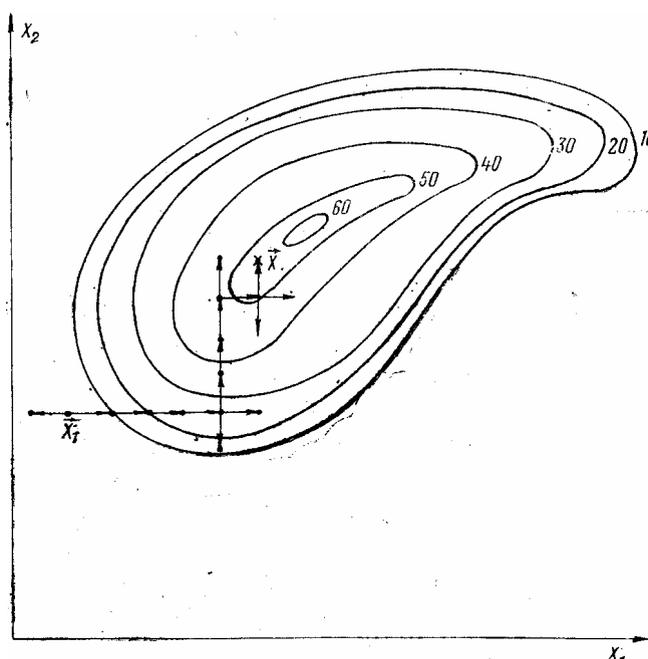


Рис. 7.1. Движение к оптимуму методом Гаусса – Зайделя (цифрами обозначены линии равного уровня поверхности отклика в некоторых относительных единицах).

При использовании метода Гаусса – Зайделя для оптимизации двухфакторного процесса последовательность операций следующая:

1. Определяется начальная точка  $X_1$  движения к экстремуму функции отклика. В качестве начальной точки выбирается наилучшая из известных рабочих точек.

2. Задается шаг варьирования дельта  $X_i$ , по каждому управляемому фактору  $X_i$  ( $i = 1, 2$ ).

3. Для определения направления движения первого рабочего цикла (по координате  $X_1$  совершается два пробных опыта с центром в начальной точке, т.е. совершаются два пробных шага в точки в которых производится по одному

измерению отклика  $u$ .

4. Сравниваются значения отклика в пробных точках и формируется функция  $\text{Sign}(Y_1 - Y_2)$ .

5. Осуществляется первый цикл рабочего движения (с тем же или большим шагом) в направлении возрастания уровня выхода  $Y(X)$ .

6. После каждого рабочего шага производится измерение значения отклика  $Y(X)$ .

7. Первый цикл рабочего движения прекращается по достижении в некоторой точке  $X_h$  частного экстремума функции отклика по соответствующей переменной. Движение к экстремуму в данном направлении прекращается, если выполняется неравенство

$$Y_{h+1} < Y_h$$

8. Точка  $X_h$  является исходной для следующего цикла рабочего движения (по координате  $X_2$ ). Из данной точки делаются два пробных шага в точки  $X_1 = \text{const}$ .

9. Движение вдоль координаты  $X_2$  производится аналогично описанному выше.

10. По окончании второго цикла рабочего движения переходят к третьему (по координате  $X_1$ ) и т.д.

Критерием окончания поиска оптимума методом Гаусса – Зайделя является неудачная попытка организовать движение из некоторой точки  $X_k$ , любое движение из которой приводит к уменьшению значения функции отклика. Данная точка принимается за точку максимума целевой функции, определенную с точностью до максимального шага варьирования дельта  $X_i$ .

Эффективность метода Гаусса – Зайделя существенно зависит от вида поверхности отклика и от выбора начальной точки поиска. Данный метод является классическим. Он позволяет, постепенно переходя от одной переменной к другой, при нахождении локального оптимума решать задачу экспериментальной оптимизации.

Однако с ростом числа переменных  $X_i$  эффективность метода снижается из-за роста числа опытов на поиск оптимума.

### 7.3. Метод градиента

При поиске оптимума (максимума) методом градиента движение осуществляется в направлении наиболее быстрого возрастания значения отклика, т.е. в направлении градиента функции отклика (целевой функции). Движение по градиенту производится на один шаг, пропорциональный вектору градиента. Направление движения корректируют после каждого рабочего шага, т.е. после каждого шага, заново вычисляют значение вектора  $\text{grad } Y(X)$  по результатам специально спланированных пробных экспериментов.

Так как компоненты вектора градиента есть не что иное, как коэффициенты при линейных членах разложения функции  $Y(X)$  в ряд Тэйлора по степеням  $X_i$  ( $i = 1-n$ ), то их можно получить как линейные коэффициенты регрессии

$$\text{Grad } Y(X) = b_1 \cdot i_1 + b_2 \cdot i_2 + \dots + b_n \cdot i_n$$

Для получения оценок линейных коэффициентов регрессии можно воспользоваться любым из известных методов экспериментального получения математической модели объекта. Например, можно реализовать ПФЭ и ДФЭ с центром в начальной точке поиска.

Поиск оптимума методом градиента выполняется по следующей схеме:

1. Задаются шаги варьирования *дельта*  $X_i$ , для всех управляемых факторов. Величина шага то каждому фактору выбирается из тех же соображений, что и при ПФЭ или ДФЭ.

2. Задается параметр рабочего шага *лямбда*. Рабочий шаг должен быть пропорционален вектору градиента.

3. В начальной точке поиска  $X_1$ , которая выбирается так же, как и в методе Гаусса – Зайделя, реализуется пробный эксперимент для определения направления первого рабочего шага.

4. По результатам пробного эксперимента вычисляется оценка вектора

$$\text{Grad } Y(X) = b_1 \cdot i_1 + b_2 \cdot i_2 + \dots + b_n \cdot i_n$$

5. Совершается рабочий шаг в направлении  $\text{Grad } Y(X)$ .

6. В точке  $X_2$  процедура определения направления дальнейшего движения к оптимуму полностью повторяется.

7. Поиск прекращается, когда модуль градиента  $u$  становится малой величиной, т.е. когда оценки коэффициентов регрессии становятся незначимыми.

Достигнутая точка принимается за абсолютный экстремум с точностью до величины последнего рабочего шага. Метод градиента более оптимален, чем метод Гаусса – Зайделя, в смысле пути движения к оптимуму и в том смысле, что конечный шаг меньше начального (в методе Гаусса – Зайделя – постоянный).

Конечный шаг определяет точность нахождения оптимума.

Характер движения к оптимуму при использовании метода градиента показан на рис. 7.3.

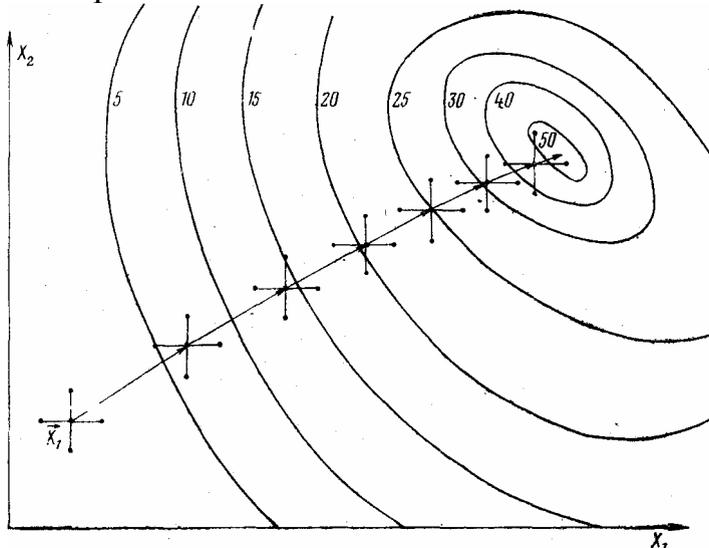


Рис. 7.3. Движение к оптимуму методом градиента.

Для выбора параметра рабочего шага лямбда необходимо ориентироваться на физические и технологические ограничения, накладываемые на факторы. Параметр лямбда выбирают таким образом, чтобы до границы было сделано несколько шагов.

Эффективность метода снижается при работе исследователя в условиях больших погрешностях измерений факторов и с ростом числа самих факторов (более трех).

#### 7.4. Метод случайного поиска

Существует множество модификаций случайного поиска. Характерной особенностью случайного поиска является случайный выбор направления движения к экстремуму. Имеются алгоритмы случайного поиска, в которых информация, полученная на предыдущих этапах, используется для адаптации процедуры поиска, что позволяет повысить его эффективность. Рассмотрим один из наиболее простых методов случайного поиска. В этом методе рабочий шаг из некоторой точки  $X_h$  совершается после пробного эксперимента в точке

$$X_{h+1} = X_h + p,$$

где  $p$  – случайный вектор фиксированной длины.

Отклики, полученные в точках  $X_{h+1}$  и  $X_h$ , сравниваются, после чего совершается рабочий шаг в точку  $X_{h+1}$  по направлению вектора  $p$  в сторону возрастания отклика. Длина рабочего шага лямбда выбирается большей или равной длине пробного шага  $p$ .

Алгоритм метода случайного поиска следующий:

1. Определяется начальная точка поиска  $X_1$ , которая выбирается на основе априорной информации и соответствует максимальному из известных значений отклика.

2. Определяются длины соответственно пробного  $p$  и рабочего лямбда шагов, причем  $p$  больше или равно лямбда.

3. Вычисляются компоненты лямбда1, лямбда2, ... лямбда n случайного вектора  $p$ , определяющего направление пробного шага из начальной точки  $X_1$ . Вектор лямбда представляет собой случайный вектор длиной  $p$ , равномерно распределенный на n-мерной сфере.

Указанный способ формирования случайного вектора не обеспечивает строго равномерного распределения его по окружности радиуса  $p$ , однако для практических задач такое приближение вполне достаточно.

4. Производится два пробных эксперимента в точках  $X_1$  и  $X_1 + \text{лямбда}$ .

5. Совершается рабочий шаг в направлении возрастания отклика.

6. В точке  $X_2$  повторяется процедура формирования случайного вектора  $p$  и совершается рабочий шаг в следующую точку.

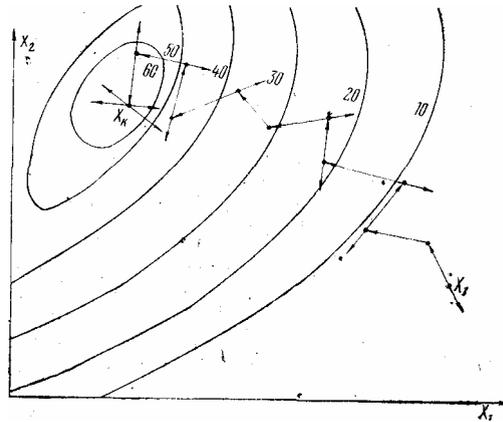


Рис. 7.6. Движение к оптимуму методом случайного поиска.

7. Критерием окончания поиска является возрастание числа неудачных шагов, т.е. многократное повторение ситуации без улучшения результатов исследований.

Траектория движения к экстремуму методом случайного поиска для двухфакторной задачи показана на рис. 7.6.

Достоинством метода случайного поиска является возможность решения задачи оптимизации с большим числом исследуемых факторов (сто и более), при этом движение к оптимуму начинается уже после проведения первых двух опытов.

### 7.5. Симплексный метод

Симплексный метод поиска оптимума можно использовать для оптимизации одновременно по нескольким выходным параметрам оптимизации. Его применение требует проведения минимального числа опытов для определения направления движения.

Прежде чем перейти к описанию алгоритма симплексного метода, дадим несколько определений.  $N$ -мерным симплексом называется многогранник, образованный в  $N$ -мерном пространстве  $N+1$  вершинами, которые не лежат ни в одном пространстве меньшей размерности. Например, для  $n=1$  симплексом является отрезок прямой, для  $n=2$  – треугольник, для  $n=3$  – пирамида.

Симплекс называется правильным, если расстояние между всеми соседними вершинами одинаково. Если отбросить любую вершину симплекса и построить новую точку, зеркальную относительно оставшейся грани, то оставшаяся грань и зеркальная точка образуют симплекс той же размерности. Правильный симплекс всегда можно получить из произвольного путем преобразования системы координат (в дальнейшем будем рассматривать только правильные симплексы). В симплексном методе поиска оптимума все опыты проводят в точках факторного пространства, являющихся вершинами правильного симплекса.

Алгоритм поиска следующий:

1. Выбирается исходная точка поиска из тех же соображений, что и в ранее рассмотренных методах. В окрестности исходной точки  $X^*$  необходимо построить начальный симплекс. Для построения симплекса необходимо прежде

всего задать его размер. Размер симплекса выбирается так же, как и шаг варьирования. Необходимо также задать первоначальное положение симплекса в пространстве. Существует несколько способов построения исходного симплекса. Рассмотрим один из них.

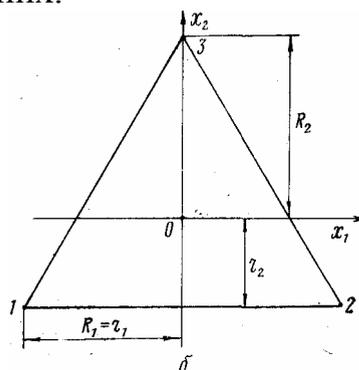


Рис. 7.6. Симплекс с вершиной (а) и центром (б) в начале координат.

Длина ребра симплекса / (размер симплекса) здесь принята за единицу. Центр симплекса помещается в начале координат, а  $h+1$  вершина – на оси  $X_n$  (рис. 7.6.). Остальные вершины располагаются симметрично относительно координатных осей. Координаты вершины определяются матрицей

№ вершины	Координаты					
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	...	$X_{n-1}$	$X_n$
1	$-r_1$	$-r_2$	$r_3$	...	$r_{n-1}$	$-r_n$
2	$R_1$	$-r_2$	$r_3$	...	$r_{n-1}$	$-r_n$
3	0	$R_2$	...	...	...	...
...	0	0	...	...	...	...
n	0	0	...	...	$R_{n-1}$	$-r_n$
n+1	0	0	...	0	0	$R_n$

При длине ребра симплекса  $L=1$  величины  $R_i$  и  $r_i$  определяются выражениями

$$r_i = 1/\text{sq}\{2 \cdot i \cdot (i+1)\} \quad i = 1, \dots, n$$

$$R_i = 1/\text{sq}\{2 \cdot (i+1)\} \quad i = 1, \dots, n$$

где sq – квадратный корень.

2. В каждой вершине, координаты которых рассчитываются, проводится по одному опыту. Наблюдаемые значения отклика в вершинах симплекса обозначим через  $Y_{hi}$ , где  $h$  – номер симплекса,  $i$  – номер вершины  $h$ -го симплекса.

3. Движение к экстремуму осуществляется путем перехода от старого симплекса к новому. В старом симплексе отбрасывается вершина с наименьшим откликом и строится новая вершина, «зеркальная» отброшенной относительно оставшейся грани. Оставшаяся грань и зеркальная точка образуют новый симплекс. Координаты зеркальной точки  $X_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ) вычисляются по формуле

$$X_{h+1,j,i} = 2/n \cdot \{ X_{h,1,i} + X_{h,2,i} + \dots + X_{h,j-1,i} + X_{h,j+1,i} + \dots + X_{h,h+1,i} \} - X_{h,j,i}$$

Для того чтобы найти  $i$ -ю координату зеркальной точки, необходимо  $i$ -е координаты оставшихся точек старого симплекса сложить, умножить на величину  $2/n$  и из полученного результата отбросить  $i$ -ю координату отброшенной точки.

4. Если наименьшее значение отклика наблюдается в нескольких вершинах одновременно, то вопрос об отбрасывании той или иной вершины решается случайным образом с равной вероятностью.

5. При движении к оптимуму может возникнуть ситуация, когда наименьшее значение отклика наблюдается в зеркальной точке нового симплекса. В этом случае необходимо вернуться к предыдущему симплексу и отбросить в нем вершину со следующим по малости откликом.

6. Преобразование поступательного движения симплекса во вращательное вокруг некоторой точки  $X^*$  факторного пространства может свидетельствовать о выходе симплекса в область оптимума. Однако может оказаться, что в этой точке неправильно определено значение отклика. В точке вращения необходимо поставить несколько параллельных опытов. Если в результате такого уточнения наибольшее значение отклика подтверждается, то это означает, что достигнута оптимальная область. Если наибольшее значение отклика в точке вращения не подтверждается, то поступают так же, как в п. 5, т.е. возвращаются к предыдущему симплексу и отбрасывают вершину со следующим по малости откликом.

7. При достижении области оптимума размер симплекса уменьшается в 2 раза и движение продолжается по тому же алгоритму.

8. Оптимум считается достигнутым, если выполняется условие: разброс результатов в вершинах симплекса примерно равна ошибке измерения выходного (оптимизируемого) параметра.

9. В условиях большой ошибки эксперимента рекомендуется в каждой вершине симплекса проводить несколько параллельных опытов и использовать усредненное значение отклика.

Рис. 7.7. Движение к оптимуму симплекс-методом

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Нужна ли математическая модель объекта исследования при решении задач экспериментальной оптимизации?
2. Назовите условия целесообразного применения каждого из методов оптимизации.
3. Какой метод работает в условиях больших ошибок измерения факторов?
4. Какой метод успешно работает при большом количестве исследуемых факторов?
5. Как будет двигаться симплекс в условиях ограничений на управляемые факторы?
6. В каком случае вы выберете градиентный метод оптимизации?
7. Как будет вести себя симплекс в условиях дрейфа области оптимума?

**Тема 8. Прогнозные и плановые исследования систем управления**

**8.1. Методы прогнозирования**

*Прогноз* представляет собой предвидение, предсказание, основанное на определенных данных. Прогноз определяет возможности, в рамках которых могут ставиться реалистичные задачи планирования развития экономики или работы предприятия.

Разновидности прогнозов:

- Экономические прогнозы (используются для предсказания состояния экономики и объема сбыта продукции предприятия).
- Прогнозы развития технологии.
- Прогнозы развития конкуренции (позволяют предсказывать стратегию и тактику конкурентов).
- Прогнозы на основе опросов и исследований (дают возможность предсказать, что произойдет в сложных ситуациях, используя данные многих областей знания).
- Социальное прогнозирование (используется для предсказания изменений в социальных установках людей и состояния общества).
- Эвристические методы – основываются на том, что подходы, используемые для формирования прогноза, не изложены в явной форме и неотделимы от лица, делающего прогноз. Это методы социологических исследований и экспертные методы, которые основываются на интуиции, опыте и воображении.
- Экономико-математические методы прогнозирования сформулированы математически и могут быть воспроизведены другими лицами, которые неизбежно придут к получению такого же прогноза. При использовании экономико-математических методов структура моделей устанавливается и проверяется экспериментально, в условиях, допускающих объективное наблюдение и измерение.

- Статистические методы занимают особое место в прогнозировании. Методы математической и прикладной статистики применяются при планировании любых работ по прогнозированию, при обработке данных, полученных как эвристическими методами, так и при использовании собственно экономико-математических методов.

- Метод сценариев – эффективное средство для прогнозирования, объединяющего качественный и количественный подходы.

**Сценарий** – модель будущего, в которой описывается возможный ход событий с указанием вероятностей их реализации. В сценарии определяются основные факторы, которые должны быть приняты во внимание, и показываются, каким образом эти факторы могут повлиять на предполагаемые события.

Сценарное прогнозирование обеспечивает:

- лучшее понимание ситуации, ее эволюции;
- оценку потенциальных угроз;
- выявление благоприятных возможностей;
- выявление возможных и целесообразных направлений деятельности;
- повышение уровня адаптации изменениям внешней среды.

Продолжительность прогнозируемого периода зависит от назначения и цели прогноза: краткосрочные; среднесрочные; долгосрочные.

Большинство предприятий готовят краткосрочные прогнозы объема сбыта для операций за финансовый или календарный год. Этот прогноз сбыта используется в качестве основы для планирования всех потребностей в ресурсах. Некоторые предприятия ограничивают период прогноза продолжительностью одного операционного цикла, период которого измеряется длительностью одного оборота оборотных средств.

Среднесрочные прогнозы могут составляться на 2–5 лет. Эти прогнозы часто основываются на предположении о сохранении существующих тенденций в будущем с учетом воздействия предполагаемых изменений определенных факторов.

Долгосрочные прогнозы составляются на срок свыше 3–5 лет. Многие большие организации заглядывают далеко вперед и составляют прогнозы с горизонтом до 50 лет. Значение долгосрочного прогноза зависит от сферы деятельности.

## **8.2. Методы планирования**

**SWOT- анализ/GAP-анализ.** Для чего нужен SWOT-анализ?

Любое сегментирование начинается со всестороннего изучения рыночной ситуации, в которой работает компания, и оценки типов возможностей и угроз, с которыми она может столкнуться.

Отправной точкой для подобного обзора служит SWOT-анализ – один из самых распространенных видов анализа в маркетинге.

Проще говоря, SWOT-анализ позволяет выявить и структурировать сильные и слабые стороны фирмы, а также потенциальные возможности и угрозы. Достигается это за счет того, что менеджеры должны сравнивать

внутренние силы и слабости своей компании с возможностями, которые дает им рынок. Исходя из качества соответствия делается вывод о том, в каком направлении организация должна развивать свой бизнес, и в конечном итоге определяется распределение ресурсов по сегментам.

Возникновение понятия SWOT-анализ. Этот термин был впервые упомянут в 1963 г. на конференции по вопросам бизнес-политики в Гарварде профессором Kenneth R. Andrews. С тех пор он широко применяется в процессе стратегического планирования. Он был представлен в виде SWOT-матрицы.

В рамках выполнения SWOT-анализа создается структурированная информация в рамках единой SWOT-модели.

Процесс стратегического планирования с применением матрицы SWOT было предложено представить в виде последовательности шагов:

- анализ внутреннего окружения;
- анализ внешнего окружения;
- построение стратегий и тактических действий.

Цель построения расширенной матрицы – в том, чтобы сфокусировать внимание аналитика на построении 4 групп различных стратегий, каждая из которых использует парную комбинацию:

- Силы-Возможности S-O;
- Силы-Угрозы S-T;
- Слабости-Возможности W-O;
- Слабости-Угрозы W-T.

В результате анализа показателей из каждой пары формируется набор стратегий:

- Стратегии WT – цель любой из стратегий этого вида в том, чтобы минимизировать слабости и угрозы.
- Стратегии WO – стратегии данной группы пытаются минимизировать слабости и максимизировать возможности.
- Стратегии ST – цель этих стратегий в том, чтобы максимально развить силы и минимизировать угрозы.
- Стратегии SO – компания стремится к тому, чтобы максимизировать силы и возможности.

Основные направления развития SWOT-анализа:

- Отображение в модели динамических изменений в фирме и в ее конкурентной среде.
- Учет результатов анализа фирмы и ее конкурентной среды с использованием классических моделей стратегического планирования.
- Разработка SWOT моделей с учетом различных сценариев развития ситуаций на рынке.

SWOT-анализ во всех своих модификациях наиболее удобный и надежный инструмент стратегического планирования. В курсах стратегического маркетинга SWOT-анализу уделяется самое пристальное внимание. Хотя после создания SWOT-анализа появилось много других подходов к изучению стратегического поведения фирм и их конкурентного

окружения, тем не менее SWOT-анализ продолжает активно и продуктивно использоваться и совершенствоваться.

GAP-анализ (англ. *gap* – разрыв). Это словосочетание представляет собой общую концепцию аналитического подхода, а не определенный вид анализа.

**GAP-анализ** – это аналитическая процедура рассмотрения «несоответствий/разрывов». С его помощью можно организовывать поиск шагов для достижения заданной цели.

Существует несколько видов разрывов, которые являются предметом GAP-анализа. Они связаны с:

- результатами реализаций бизнес-стратегий;
- имиджем компании или ее продуктов;
- продуктами (потребностями);
- сегментами рынка;
- маркетинговой активностью компании;
- маркетинговой конкуренцией (конкуренция в маркетинговой деятельности).

Этапы проведения анализа «разрывов»:

- **Определение текущего значения.** С помощью метода экспертных оценок этот этап позволяет оценить, какое положение могла бы занимать компания, просчитать преимущества, которые она получит вследствие принятия тех или иных решений.

- **Определение максимально доступного значения.** Надо выяснить, преодолим ли разрыв вообще. Если он слишком велик для преодоления его с помощью собственных ресурсов, целесообразно либо пересмотреть желаемое будущее, либо разбить его достижение на несколько переходных этапов, либо растянуть процесс на более длительное время.

- **Выбор критерия, по которому будет происходить рассмотрение.** Необходимо разбить данный разрыв на составляющие, отвечающие каждому значимому направлению деятельности, по которым будет вестись планирование. Т.о., каждый раздел планирования – это группа потребностей, влияющих на преодоление разрыва между настоящим и будущим.

- **Набор планов по достижению.** Источниками могут быть сотрудники различных служб, каналы сбыта, конкуренты. Методы генерации идей могут включать в себя «мозговой штурм», опросы, анкетирование и др.

**Цель GAP-анализа** – выявить те рыночные возможности, которые могут стать для компании эффективными рыночными преимуществами.

GAP-анализ – это сравнение текущей ситуации с желаемым положением дел в будущем, а также на основе собранной информации оценка путей достижения задач. Сначала намечается схема достижения, потом разрабатывается желаемое состояние и детальная программа развития компании в желаемом направлении. В простых случаях достаточно разработать последовательность действий, в более сложных надо задействовать более сложные организационные формы – проектные группы, тестирование решений, разработка различных вариантов, макетов.

Наиболее часто применяемый вариант GAP-анализа направлен на то, чтобы преодолеть разрывы между поставками сырья и продажами.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Что такое прогнозирование?
2. Какие исследования относятся к прогнозным исследованиям систем управления?
3. Как оценить качество прогноза?
4. Что такое планирование?
5. Какие виды плановых исследований систем управления вы знаете?
6. Чем отличается прогноз от плана?
7. Как осуществляется выбор прогнозного исследования?
8. Какие математические методы планирования вы знаете?
9. В чем суть SWOT-анализа?
10. В чем суть GAP-анализа?

**Тема 9. Методы формализованного представления систем управления**

**9.1. Методы формализованного представления СУ**

**1. Аналитические** (включают методы классической математики – интегральное исчисление, дифференциальное исчисление, методы поиска экстремумов функций, вариационное исчисление и др., методы математического программирования, теории игр);

**2. Статистические** (включают теоретические разделы математики – математическую статистику, теорию вероятностей – и направления прикладной математики, использующие стохастические представления, – теорию массового обслуживания, методы статистических испытаний, методы выдвижения и проверки статистических гипотез и другие методы статистического имитационного моделирования);

**3. Теоретико-множественные, логические, лингвистические, семиотические представления** (разделы дискретной математики, составляющие теоретическую основу разработки разного рода языков моделирования, автоматизации проектирования, информационно-поисковых языков);

**4. Графические** (включают теорию графов и разного рода графические представления информации типа диаграмм, графиков, гистограмм и т.п.).

**Аналитические методы:**

- интегральное исчисление;
- дифференциальное исчисление;
- методы поиска экстремумов функций;
- вариационное исчисление;
- методы математического программирования, теории игр.

**Дифференциальное исчисление** – широко применяемый для экономического анализа математический аппарат.

Базовой задачей экономического анализа является изучение экономических величин, записываемых в виде функций.

### **Задачи, решаемые при помощи методов дифференциального исчисления.**

В каком направлении изменится доход государства при увеличении налогов или при введении импортных пошлин?

Увеличится или уменьшится выручка фирмы при повышении цены на ее продукцию?

В какой пропорции дополнительное оборудование может заменить выбывающих работников?

Для решения подобных задач должны быть построены функции связи входящих в них переменных, которые затем изучаются с помощью методов дифференциального исчисления.

### **Задачи, решаемые при помощи методов поиска экстремумов функций.**

В экономике очень часто требуется найти наилучшее, или оптимальное значение того или иного показателя: наивысшую производительность труда, максимальную прибыль, максимальный выпуск, минимальные издержки и т.д.

Каждый показатель представляет собой функцию одного или нескольких аргументов.

Таким образом, нахождение оптимального значения показателя сводится к нахождению экстремума (максимума или минимума) функции одной или нескольких переменных.

### **Задачи, решаемые при помощи методов математического программирования.**

Многие задачи включают не только максимизируемую (минимизируемую) функцию, но и ограничения (скажем, бюджетное ограничение в задаче потребительского выбора).

Это задачи математического программирования, для решения которых разработаны специальные методы, также опирающиеся на дифференциальное исчисление.

### **Задачи, решаемые при помощи методов предельного анализа.**

Предельный анализ в экономике – совокупность приемов исследования изменяющихся величин затрат или результатов при изменениях объемов производства, потребления и т.п. на основе анализа их предельных значений.

Предельный показатель (показатели) функции  $y = f(x)$  – это ее производная (в случае функции одной переменной) или частные производные (в случае функции нескольких переменных).

### **Задачи, решаемые при помощи расчета средних величин.**

В экономике широко используются средние величины:

- 1) средняя производительность труда;
- 2) средние издержки;
- 3) средний доход;
- 4) средняя прибыль и т.д.

### **Задачи, решаемые при помощи методов интегрального исчисления.**

Интегральное исчисление широко применяется на практике при оценке последствий мер экономической политики. Так, при подготовке налоговых реформ экономисты рассчитывают изменения потребительских излишков в зависимости от различных вариантов налогообложения и, анализируя полученные результаты с учетом необходимого размера налоговых поступлений, останавливаются на тех вариантах, которые вызывают наименьшее сокращение потребительских выгод.

#### **Исследование М. Кинга при помощи методов интегрального исчисления.**

Исследовав расходы на жилищные услуги при помощи интегрального исчисления по 5895 домохозяйствам, Кинг вывел функцию спроса на жилищные услуги.

В итоге им было установлено, что налоговая реформа в области налогообложения жилищных услуг, проводимая в Великобритании в 1983 г., оказала бы положительное воздействие на благосостояние 4888 из 5895 домохозяйств.

Более того, он смог точно идентифицировать те домохозяйства, которые понесли бы наибольшие потери от такой реформы.

Он обнаружил, что от реформы выиграли бы 94% домохозяйств, имеющих самые высокие доходы, и лишь 58% лиц с наименьшими доходами.

Полученные им результаты оказали огромное влияние на концепцию разрабатываемых реформ.

В результате намечавшиеся изменения в реформировании системы налогообложения жилищной сферы были кардинально пересмотрены и изменены для более полного соответствия поставленным целям.

#### **Задачи, решаемые при помощи математических рядов.**

Для исследования совокупности экономических явлений, следующих одно за другим в известном порядке, используется такой математический инструментарий, как ряды.

Представляя собой совокупность величин, расположенных в определенной последовательности, ряды позволяют зафиксировать тенденцию какого-либо экономического процесса, описываемого совокупностью последовательных явлений.

### **9.2. Сетевой метод**

Данный метод сводится к построению сетевой модели, в которой весь комплекс задач управления расчленяется на отдельные четко определенные операции (работы, располагаемые в строгой технологической последовательности).

Используется в производстве, строительстве, т.е. там, где завершается работа и одновременно можно начинать следующую. Заслуженный строитель Злобин предложил такой метод – не складировать материалы при строительстве, а использовать их с колес.

**Пример:** Зеленоград был быстро построен. Для этого был, в частности, использован метод сетевого планирования. Стадия складирования исключалась.

В основном метод сетевого планирования используется с целью оптимизации, уменьшения сроков, сил и затрат.

**Виды сетевых моделей:**

**В терминах событий.** Само событие изображается кружком.

Под событием понимают результат выполненной работы. Стрелки между кружками – взаимосвязи работ.

**В терминах работ и событий.** Здесь стрелка – выполняемые работы. Кружки – результаты выполненных работ. Такая модель является наиболее полной. С помощью такой модели можно изобразить состав управленческой деятельности, стадии производственного процесса.

Можно увидеть связи между стадиями и результаты. Недостатком такой модели является отсутствие информационного содержания.

**В терминах работ.** Работа изображается кружком. Под ней понимается процесс составления одного документа.

### **9.3. Метод имитационного функционального моделирования**

В последнее время для решения задач управления и анализа функционирования различных систем все шире применяется метод системной динамики (System Dynamics), основы которого разработаны профессором Дж. Форрестером (США). Название этого метода не совсем точно отражает его сущность, так как при его использовании имитируется поведение моделируемой системы во времени с учетом внутрисистемных связей. Поэтому в ряде зарубежных работ в последние годы метод все чаще называют System Dynamics Simulation Modeling, а в России – Имитационным динамическим моделированием. При имитационном моделировании строится модель, адекватно отражающая внутреннюю структуру моделируемой системы; затем поведение модели проверяется на ЭВМ на сколько угодно продолжительное время вперед. Это дает возможность исследовать поведение как системы в целом, так и ее составных частей.

Имитационные модели используют специфический аппарат, позволяющий отразить причинно-следственные связи между элементами системы и динамику изменений каждого элемента. Модели реальных систем обычно содержат значительное число переменных, поэтому их имитация осуществляется на компьютере.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Зачем используются методы формализованного представления систем управления?
2. Какие методы формализованного представления систем управления вы знаете?
3. В чем заключается сетевой метод формализованного представления систем управления?
4. Когда наиболее эффективно применение сетевых методов?
5. В чем заключается метод системной динамики (метод имитационного динамического моделирования)?

6. Когда наиболее эффективно применять метод системной динамики?
7. Какие экономические задачи решают с помощью математических рядов?
8. Какие экономические задачи решают с помощью методов интегрального исчисления?
9. Какие существуют виды сетевых моделей?
10. Какова роль графических методов в решении задач управления?

## **Тема 10. Социологические исследования систем управления**

### **10.1. Цель, формы и этапы социологических исследований**

В наиболее общем виде социологическое исследование можно определить как систему логически последовательных методологических, методических и организационно-технических процедур, связанных между собой единой целью: получить достоверные данные об изучаемом явлении или процессе, о тенденциях и противоречиях их развития, чтобы эти данные могли быть использованы в практике управления общественной жизнью.

Социологическое исследование включает четыре сменяющих друг друга этапа: подготовку исследования; сбор первичной социологической информации; подготовку собранной информации к обработке и ее обработку; анализ полученной информации; подведение итогов исследования; формулировку выводов и рекомендаций.

Несмотря на то что каждое социологическое исследование, претендующее на цельность и законченность, включает вышеназванные этапы, единой, унифицированной формы социологического анализа, пригодной для изучения различной сложности проблем, не существует.

Конкретный вид социологического исследования обусловлен характером поставленных в нем целей и задач. Именно в соответствии с ними и различают три основных вида социологического исследования: *разведывательное, описательное и аналитическое*.

Разведывательное исследование решает весьма ограниченные по своему содержанию задачи. Оно охватывает, как правило, небольшие обследуемые совокупности и основывается на упрощенной программе и сжатом по объему инструментарии.

Разведывательное исследование используется для предварительного обследования определенного процесса или явления. Потребность в таком предварительном этапе, как правило, возникает тогда, когда проблема или мало, или вообще не изучена. В частности, он успешно применяется для получения дополнительной информации о предмете и объекте, для уточнения и корректировки гипотез и задач, инструментария и границ обследуемой совокупности в углубленном, широкомасштабном исследовании, а также для выявления трудностей, которые могут встретиться в дальнейшем.

Под первичной социологической информацией принято понимать полученные в ходе социологического исследования в различной форме необобщенные сведения (например, ответы опрашиваемых на вопросы анкеты,

интервью, записи исследователя в карточках наблюдения и др.), подлежащие дальнейшей обработке и обобщению.

Выполняя вспомогательные задачи, разведывательное исследование служит поставщиком оперативных данных. В этом смысле можно говорить о такой его разновидности, как экспресс-опрос, цель которого состоит в получении отдельных сведений, особо интересующих исследователя в данный момент.

С помощью оперативных опросов определяют отношение людей к актуальным событиям и фактам (так называемый зондаж общественного мнения), а также степень эффективности только что проведенных мероприятий. Нередко к таким опросам прибегают для оценки хода и результатов различных общественно-политических кампаний.

Обычно в разведывательном исследовании используется какой-либо один из наиболее доступных методов сбора первичной социологической информации, дающий возможность сделать это в короткие сроки. Кроме того, если речь идет об уточнении предмета или объекта широкомасштабного исследования, может быть осуществлен анализ специальной литературы, а также проведен опрос компетентных специалистов (экспертов) либо лиц, хорошо знающих характерные черты и особенности объекта исследования.

**Описательное исследование** – более сложный вид социологического анализа, который позволяет составить относительно целостное представление об изучаемом явлении, его структурных элементах. Осмысление, учет такой всесторонней информации помогают лучше разобраться в обстановке, более глубоко обосновать выбор средств, форм и методов управления общественными процессами.

Описательное исследование проводится по полной, достаточно подробно разработанной программе и на базе методически апробированного инструментария. Его методологическая и методическая оснащенность делает возможным группировку и классификацию элементов по тем характеристикам, которые выделены в качестве существенных в связи с изучаемой проблемой.

Описательное исследование обычно применяется в тех случаях, когда объектом служит относительно большая общность людей, отличающихся различными характеристиками. Это может быть коллектив крупного предприятия, где трудятся люди разных профессий и возрастных категорий, имеющие различные стаж работы, уровень образования, семейное положение и т.д., или население города, района, области, региона. В таких ситуациях выделение в структуре объекта относительно однородных групп дает возможность осуществить поочередную оценку, сравнение и сопоставление интересующих исследователя характеристик, а кроме того, выявить наличие или отсутствие связей между ними.

Выбор методов сбора информации в описательном исследовании определяется его задачами и направленностью. Сочетание различных методов повышает представительность, объективность, полноту социологической информации, а следовательно, позволяет дать более обоснованные выводы и рекомендации.

*Аналитическое социологическое исследование* ставит своей целью наиболее углубленное изучение явления, когда нужно не только описать структуру, но и узнать, что определяет его основные количественные и качественные параметры.

В силу такого предназначения аналитическое исследование имеет особенно большую научную и практическую ценность. Если в ходе описательного исследования устанавливается, есть ли связь между характеристиками изучаемого явления, то в ходе аналитического исследования выясняется, носит ли обнаруженная связь причинный характер. Например, если в первом случае фиксируется наличие связи между удовлетворенностью содержанием выполняемого труда и его производительностью, то во втором случае рассматривается, является ли удовлетворенность содержанием труда основной или неосновной причиной, т.е. фактором, влияющим на уровень его производительности.

Поскольку реальность такова, что назвать в «чистом виде» какой-либо один фактор, определяющий черты производственной жизни, практически невозможно, постольку почти в каждом аналитическом исследовании изучается совокупность факторов. Из нее и выделяются факторы основные и неосновные, временные и постоянные, управляемые и неуправляемые, контролируемые и неконтролируемые и т.д.

Подготовка аналитического исследования требует значительного времени, тщательно разработанной программы и инструментария.

По используемым методам сбора социологической информации аналитическое исследование носит комплексный характер. В нем, дополняя друг друга, могут применяться различные формы опроса, анализа документов, наблюдения. Естественно, это требует умения взаимоувязывать, «стыковать» информацию, полученную по разным каналам, придерживаться определенных критериев ее интерпретации. Тем самым аналитическое исследование существенно отличается не только содержанием своего подготовительного этапа и этапа сбора первичной информации, но и подходом к анализу, обобщению и объяснению полученных результатов.

Разновидностью аналитического исследования можно считать эксперимент. Его проведение предполагает создание экспериментальной ситуации путем изменения в той или иной степени обычных условий функционирования объекта. В ходе эксперимента особое внимание уделяется изучению «поведения» тех факторов, которые придают объекту новые черты и свойства.

Подготовка и проведение любого эксперимента – дело достаточно трудоемкое и требующее специальных знаний и методических навыков. Особенно это важно тогда, когда речь идет о внедрении новых форм организации и стимулирования труда, об изменениях в общественной и повседневной жизни людей и т.п., глубоко затрагивающих личные, коллективные и общественные интересы. В данном случае эксперимент не просто желателен, а необходим. Он позволяет избежать случайностей и

непредвиденных последствий, увереннее, с научной обоснованностью внедрять в практику новые формы и методы управления.

В зависимости от того, рассматривается предмет в статике или в динамике, могут быть выделены еще два вида социологического исследования – *точечное* и *повторное*.

*Точечное исследование* (его еще называют разовым) дает информацию о состоянии и количественных характеристиках какого-либо явления или процесса в момент его изучения.

Эта информация в определенном смысле может быть названа статической, поскольку отражает как бы моментальный «срез» объекта, но не дает ответа на вопрос о тенденциях его изменения во времени. Такие данные могут быть получены лишь в результате нескольких исследований, проведенных последовательно через определенные промежутки времени. Подобные исследования, основанные на единой программе и инструментари, называются повторными. По сути дела они представляют собой средство сравнительного социологического анализа, который направлен на выявление динамики развития объекта.

В зависимости от выдвигаемых целей повторный сбор информации может проходить в два, три этапа и более. Длительность временного интервала между первоначальной и повторной стадиями исследования самая различная, ибо общественные процессы обладают неодинаковой динамикой и цикличностью. Часто именно свойства объекта подсказывают временные интервалы повторных исследований. Например, если изучаются тенденции в осуществлении жизненных планов выпускников средних школ и первый раз их опросили перед выпускными экзаменами, то очевидно, что ближайший срок повторного исследования – после завершения приема в вузы или поступления на работу.

Особый вид повторного исследования – панельное. Допустим, в ходе повторного исследования выясняется степень эффективности образования. Обычно она определяется независимо от того, как изменился объект за период между первоначальной и повторной стадиями исследования. Панельное же исследование предусматривает неоднократное изучение одних и тех же лиц через заданные интервалы времени. Поэтому для панельных исследований целесообразно соблюдать такие интервалы, которые позволяют максимально сохранять стабильность исследуемой совокупности по ее величине и составу. Эти исследования дают хорошую возможность обновлять и обогащать информацию, отражающую динамику, направленность развития.

Такова в общих чертах выстроенная по разным основаниям классификация видов социологического исследования. Правоммерно поставить вопрос: «Имеется ли зависимость между явлениями и видами социологического исследования, с помощью которых они могут быть изучены?» В принципе жесткой зависимости здесь нет. Практически любое явление может рассматриваться на уровне разведывательного, описательного или аналитического исследования, имеющего точечный или повторный (панельный) характер и использующего различные методы сбора первичной

информации. В свою очередь, для любого вида социологического исследования не существует «запрета» на анализ тех или иных явлений и процессов: каждое способно дать о них определенный объем научной информации.

Качество социологической информации в значительной степени повысится, если предусмотреть проведение пробного исследования. Оно является способом проверки обоснованности выдвигаемых гипотез и задач, а также методического уровня и отработанности инструментария сбора первичной социологической информации. Пробное исследование помогает оценить правильность построения соответствующей модели выборки и внести в нее в случае надобности определенные коррективы, уточнить некоторые характеристики объекта и предмета исследования, обосновать расходы и сроки всех исследовательских процедур. Большое значение пробное исследование имеет и для тренировки группы интервьюеров и анкетеров.

Образно говоря, пробное исследование можно рассматривать как генеральную репетицию главного исследования, позволяющую сделать первые выводы о том, насколько успешно прошел этап подготовки к нему и каких результатов можно ожидать.

Сказанное вместе с тем не означает, что сам социолог в конкретном случае ничем не связан в выборе того или иного вида исследования. Направленность такого выбора всякий раз вытекает как минимум из двух обстоятельств: цели, практической и научной целесообразности исследования, а также из сущности и особенностей того явления, которое предстоит изучить.

Каким образом эти обстоятельства заявляют о себе при анализе, например, общественного мнения?

Если планируется разведывательное исследование, то, исходя из его предназначения, предстоит выявить самую общую реакцию общественного мнения на тот или иной вопрос. В свою очередь, описательное исследование предполагает получение более детальной характеристики состояния общественного мнения в единстве его рациональных, эмоциональных и волевых начал. Наконец, аналитическое исследование помимо описания состояния, элементов и свойств конкретного общественного мнения призвано дать ответ и на вопрос о том, каковы факторы, породившие именно такое мнение, и в какой степени оно выступает побудителем поведения людей.

Если ограничиться одномоментным замером общественного мнения, достаточно проведения точечного исследования. Когда же надо получить сведения о динамике и тенденциях его развития, организуют повторные исследования.

Цель оперативного изучения общественного мнения диктует выбор анкетного, группового или телефонного опроса в качестве метода получения первичной информации. Если же фактор времени не довлеет, наряду с опросом могут быть применены и другие методы сбора социологических данных.

Перед окончательным выбором вида социологического исследования нелишним будет реалистично оценить и свои возможности, особенно глубину знаний методики, техники и организации, а также практические навыки.

## 10.2. Темы рефератов

1. Исследование организационной культуры.
2. Виды отношений в коллективе.
3. Типы конфликтов.
4. Контроль и диагностика конфликтов.
5. Рефлексивное исследование.

### Вопросы для самоконтроля:

1. Зачем нужны социологические исследования систем управления?
2. Какие формы социологических исследований вы знаете?
3. Из каких этапов состоит социологическое исследование системы управления?
4. Что включается в понятие организационной культуры как характеристики системы управления?
5. Какая организация называется корпоративной?
6. Какая организация называется индивидуалистической?
7. Какие признаки отличают конфликт от других отношений в коллективе?
8. Как исследовать систему управления на наличие конфликта?
9. Какие типы конфликтов вы знаете?
10. Когда можно проводить рефлексивное исследование систем управления?

## Тема 11. Исследование и проектирование целей управления

### 11.1. Понятие цели

*Цели* есть конкретные конечные состояния или желаемый результат, которого стремится добиться группа, работая вместе. В ходе процесса планирования руководство разрабатывает цели и сообщает их членам организации. Этот процесс представляет собой мощный механизм координирования, потому что он дает возможность членам организации знать, к чему они должны стремиться. У организации могут быть разнообразные цели, особенно это касается организаций различных типов. Для того чтобы получить, например, прибыль, бизнес должен сформулировать цели в таких областях, как доля рынка, разработка новой продукции, качество услуг, подготовка и отбор руководителей и даже социальная ответственность. Некоммерческие организации (государственные органы, учебные заведения, некоммерческие больницы и т.д.) также имеют разнообразные цели, но, вероятно, будут больше уделять внимания социальной ответственности.

Достижение целей неразрывно связано с понятием структуры организации.

### 11.2. Классификация целей

Цели – это конкретизация миссии организации в доступной для реализации форме при управлении.

### **Классификация целей исследования:**

- 1) *По времени:* оперативные, тактические, стратегические.
- 2) *По содержанию:* экономические, организационные, научные, социальные, технические, политические.
- 3) *По среде:* внутренние, внешние.
- 4) *По приоритетности:* особо приоритетные, приоритетные, прочие.
- 5) *По измеримости:* количественные, качественные.
- 6) *По повторяемости:* разовые, циклические.
- 7) *По иерархии:* цели организации, цели подразделений.
- 8) *По стадиям жизненного цикла:* проектирование, создание, рост, зрелость, завершение, ликвидация.

### **11.3. Требования к целям**

- Ориентация на определенный момент времени
- Конкретность
- Измеримость
- Непротиворечивость другим целям
- Адресность
- Контролируемость

### **11.4. Этапы проектирования целей организации**

Проектирование целей организации состоит из шести последовательных этапов:

1. Исследование предназначения общих целей (определение направления и смысла функционирования организации).
2. Формирование качественных целей (выбор целей из Положения об организации и формулировка их в повелительном наклонении).
3. Ранжирование целей (отбор наиболее значимых целей).
4. Построение дерева целей (распределение целей по уровням управления).
5. Формирование количественных целей (ориентация на достижение конкретных показателей).
6. Оценка степени достижения качественных и количественных целей.

### **11.5. Основные цели функциональных подсистем**

В таблице сформулированы основные цели функциональных подсистем организации.

<b>Подсистема</b>	<b>Цель</b>
Маркетинг	Выйти на лидирующие позиции продукции на рынке
Производство	Достичь наивысшего уровня производительности
Инновации	Завоевать лидирующие позиции по вводу новых видов продукции/услуг
Финансы	Сохранять и поддерживать на уровне все виды

	финансовых ресурсов
Персонал	Обеспечить условия для творческой работы
Менеджмент	Определить критические области управленческих воздействий и приоритетные задачи, обеспечивающие выполнение планов

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Что такое глобальная цель и цели функционирования?
2. Каково значение целей функционирования системы управления?
3. Каковы основные черты и свойства целей?
4. Какие можно классифицировать цели?
5. Как производится формирование состава качественных целей?
6. Какие методы используются для определения количества и состава качественных целей?
7. Почему в теории организации понятие цели является одним из основных?
8. Каковы основные этапы исследования целей функционирования организации?
9. Как используется дерево целей при исследовании целей функционирования организации?
10. Как осуществляется оценка степени достижения цели?

**Тема 12. Исследование и проектирование функций управления**

**12.1. Классификация функции управления**

Функция управления – однородный вид деятельности для реализации целей управления.

Принято разделять функции управления на основные и специфические.

**Основные** функции присущи всем без исключения организациям и системам управления. К ним относятся следующие функции:

- планирование – составление перечней будущих работ с указанием сроков их исполнения в соответствии с целями организации;
- организация – обеспечение условий для качественного выполнения запланированных работ;
- контроль – слежение за сроками и качеством выполнения запланированных работ;
- регулирование – оказание корректирующих воздействий на процесс функционирования организации с целью устранения расхождений между реальными процессами и их плановыми показателями;
- учет – фиксация показателей состояния процессов и ведение сопроводительной документации;
- мотивация – разработка мероприятий, стимулирующих деятельность работников.

К **специфическим** функциям управления относятся функции, характерные исключительно для данной организации. К таким функциям можно отнести производство (т.к. не все предприятия им занимаются), сбыт продукции, подготовку производства и т.п.



## 12.2. Порядок формирования состава функций управления

Состав функций управления формируется в виде совокупности управленческих решений, которые необходимо принять на конкретном предприятии для реализации концепции системы управления этого предприятия.

Формирование состава функций начинается с определения набора специфических функций, выполняемых предприятием:  $S (S_1, S_2, \dots, S_n)$ , где  $n$  – количество специфических функций на данном предприятии.

После этого для каждой специфической функции определяется необходимость применения основных функций управления:  $O (O_1, O_2, \dots, O_m)$ , где  $m$  – количество основных функций управления.

Результатом исследования является набор конкретных функций, представленных в виде описания управленческих решений, реализующих выполнение выбранной специфической функции на множестве основных функций.

Таким образом, порядок формирования состава функций управления состоит из следующих этапов:

1. Выбор исследуемого объекта.
2. Формирование набора **специфических** функций.
3. Выбор **конкретной** специфической функции для исследования.
4. Исследование необходимости применения **общих** функций для выбранной специфической.
5. Формирование конкретных функций в терминах **управленческих решений**.

Состав функций управления позволяет реализовать концепцию системы управления и, следовательно, должен отвечать принципу целесообразности проведения соответствующих работ, принципу соразмерности целей сформированному составу функций.

Состав функций управления может служить основанием для определения количества сотрудников, способных выполнить эти функции, а также формулирования требований к этим сотрудникам.

### ***Вопросы для самоконтроля:***

1. Для чего необходимо правильное понимание функций управления?
2. Что понимается под функцией управления?
3. Как можно классифицировать функции управления?
4. Как происходит формирование состава функций в системе управления?
5. Какие факторы необходимо исследовать для определения состава функций в системе управления?
6. Какие функции управления относят к основным?
7. Какие функции управления относят к специфическим?
8. К каким функциям относится контроль?
9. К каким функциям относится сбыт?
10. Каким образом функции управления соотносятся с целью функционирования системы?

## **Тема 13. Исследование и проектирование структур управления**

### **13.1. Понятие структуры организации**

***Структура организации*** – это логические взаимоотношения уровней управления и функциональных областей, построенные в такой форме, которая позволяет наиболее эффективно достигать целей организации.

Существуют две основные концепции структуры:

1. Специализированное разделение труда.
2. Сфера контроля.

В большинстве современных организаций разделение труда вовсе не означает случайного распределения работ между имеющимися людьми. Характерной особенностью является специализированное разделение труда – закрепление данной работы за специалистами, т.е. теми, кто способен выполнить ее лучше всех с точки зрения организации как единого целого. Разделение управленческого труда между экспертами по маркетингу, финансам и производству является наглядным тому примером.

Во всех организациях, за исключением самых мелких, имеет место горизонтальное разделение труда по специализированным линиям. Если организация достаточно велика по размеру, специалистов обычно группируют вместе в пределах функциональной области (подразделения).

В очень малых организациях горизонтальное разделение труда может не прослеживаться достаточно четко. Владельцы, которые являются одновременно и управляющими маленьких ресторанов, могут поочередно то готовить еду, то обслуживать посетителей. Но большинство сложных организаций имеют такого рода горизонтальное разделение, так что можно четко проследить их функции и цели деятельности.

Эффективность и целесообразность способов разделения работы между людьми – сверху вниз, до самого первого уровня организации – во многих случаях определяет, насколько производительна может быть организация по сравнению с ее конкурентами.

Не менее важно и то, как осуществляется вертикальное разделение труда. Вертикальное разделение труда, т.е. отделение работы по координации от непосредственного выполнения заданий, необходимо для успешной групповой работы. Преднамеренное вертикальное разделение труда в организации дает в результате иерархию управленческих уровней. Число лиц, подчиненных одному руководителю, представляет собой сферу контроля. Сфера контроля – это важный аспект организационной структуры. Не существует идеальной сферы контроля. Многие переменные внутри самой организации и во внешней среде могут влиять на нее. Более того, ни сфера контроля, ни относительная «высота» структуры организации не являются функцией размера организации. Например, римская католическая церковь – организация, насчитывающая миллионы членов во всем мире, имеет только четыре уровня. В отличие от нее стандартная армейская рота, насчитывающая сто человек, имеет дюжину воинских званий и столько же уровней управления.

### 13.2. Классификация структур управления

В настоящее время распространены следующие типовые структуры управления:

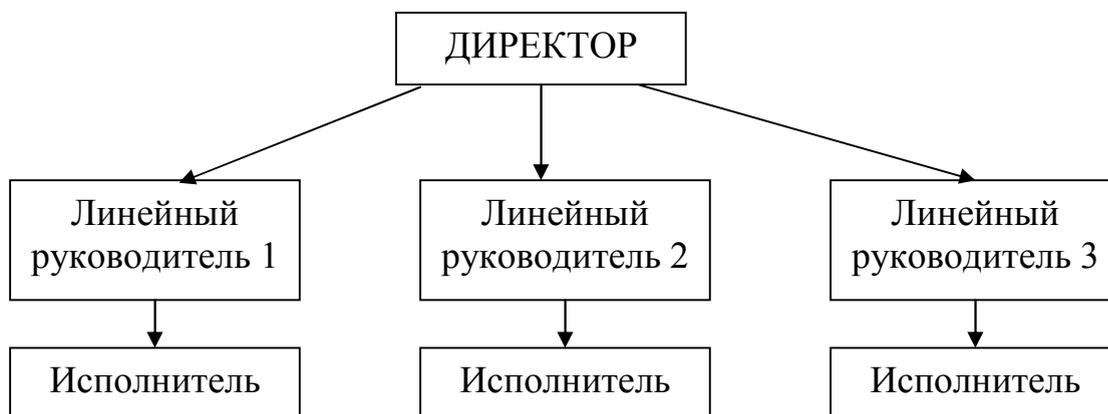
- линейная;
- линейно-функциональная;
- матричная;
- дивизионная;
- матрично-штабная.

Каждая из них имеет свои особенности достоинства, недостатки и область лучшего использования.

#### **Линейная структура.**

##### **Особенности:**

- простейшая структура;
- построена на принципах централизма и единоначалия.



##### **Достоинства:**

- оперативность;

- функциональность;
- ответственность.

**Недостатки:**

- нет горизонтальных связей;
- информационная перегрузка;
- большое время принятия решений.

**Применение:**

- численность работающих до 300–500 чел;
- высокий уровень технологической специализации;
- стабильность внешней среды.

**Линейно-функциональная структура.**

**Особенности:**

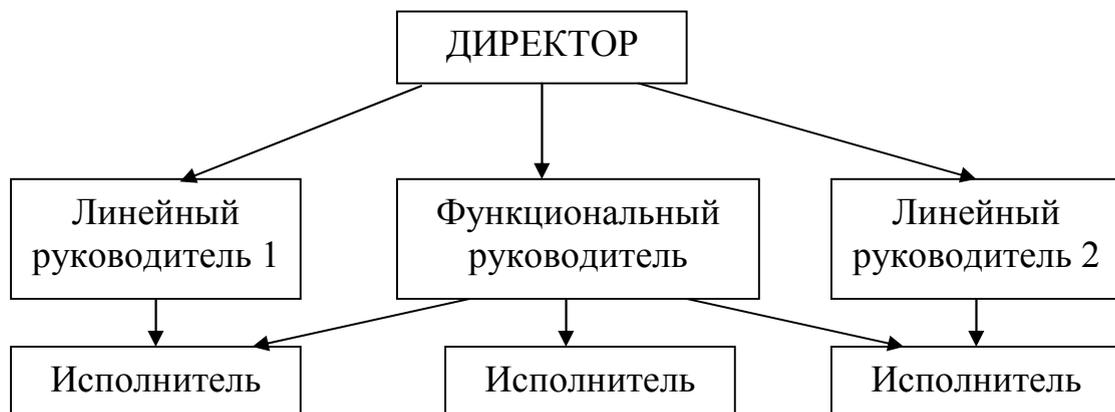
- наличие функциональных руководителей (общие функции или специфические по горизонтали).

**Достоинства:**

- компетентность функциональных руководителей;
- снижение дублирования функций;
- эффективность;
- стандартизация процессов.

**Недостатки:**

- слабая реакция на изменения рынка;
- ограничено предпринимательство и инновации;
- большое время принятия решений.



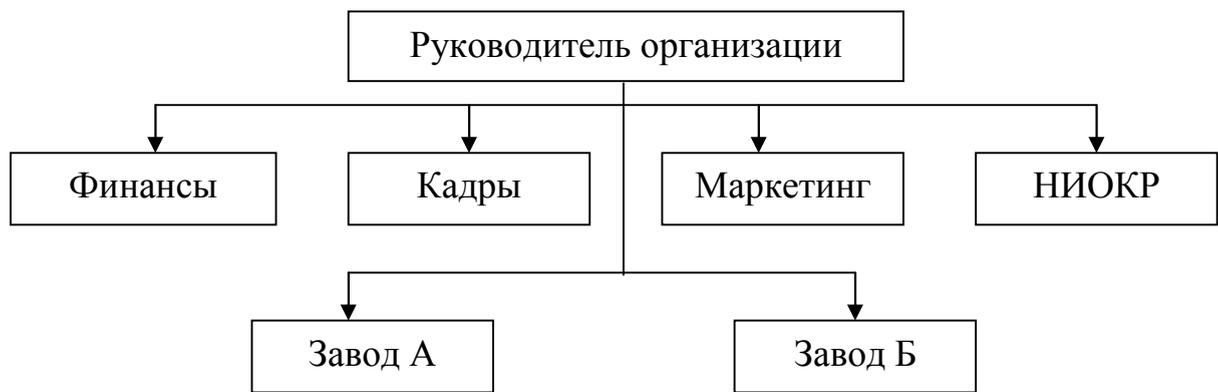
**Применение:**

- численность до 500–3000 чел.;
- эффективна при массовом и крупносерийном производстве.

**Дивизионная структура.**

**Особенности:**

- группировка схожих работ – департаментализация (подразделения-дивизионы имеют значительную самостоятельность без образования юридических лиц).



***Достоинства:***

- усиление координации;
- глубокое знание специфики;
- оперативность;
- кадровый резерв.

***Недостатки:***

- дополнительные уровни управления;
- рост управленческих затрат;
- усложнение структуры.

***Применение:***

- численность до 500–3000 чел.;
- эффективна при многопродуктовом производстве, слабо зависящем от нововведений.

### **13.3. Системный подход к формированию организационных структур**

***Особенности системы управления:***

- детерминизм – любая система управления – это система элементов управления и многочисленные связи между ними;
- динамика процессов управления, т.е. целенаправленная деятельность руководителей и исполнителей требует взаимной согласованности и непротиворечивости решений;
- цели организации постоянно меняются во времени, поэтому необходимы гибкость и адаптивность;
- эти особенности СУ определяют целесообразность применения системного подхода к проектированию структур СУ.

### **13.4. Задачи организационного проектирования**

- Выбор типовой схемы управления.
- Распределение решений по уровням.
- Расчет загрузки уровня управления.
- Выбор варианта структуры.
- Формирование схемы управления и состава подразделений.
- Корректировка и утверждение схемы управления.

- Проектирование процедур принятия решений.
- Разработка регламентирующей документации.
- Разработка Положения об организации.

### **13.5. Этапы проектирования СУ методом организационного моделирования**

- Определение состава элементов СУ.
- Выбор конфигурации элементов в пространстве.
- Проектирование общей структуры СУ.
- Разработка процессов, регламентирующих деятельность СУ.
- Определение информационных взаимосвязей между элементами СУ.
- Проектирование технологии управленческих процессов.

#### ***Вопросы для самоконтроля:***

1. Что такое организационная структура управления?
2. Какие характеристики определяют организационную структуру?
3. Как можно классифицировать организационные структуры?
4. Какая структура называется линейной?
5. Какая структура называется функциональной?
6. Какая структура называется линейно-функциональной?
7. Какая структура называется матричной?
8. Какие факторы необходимо учитывать при проектировании структур управления?
9. Какова последовательность задач организационного проектирования?
10. В чем заключается метод организационного моделирования?

## **Тема 14. Исследование и проектирование управленческих решений**

### **14.1. Требования к управленческим решениям**

Управленческое решение – это концентрированное выражение процесса управления на заключительной стадии этого процесса.

Требования к управленческим решениям:

1. Обоснованность (должны быть ссылки на документы или законы).
2. Четкость формулировок (не должно быть двойственного понимания).
3. Реальная осуществимость.
4. Своевременность.
5. Экономичность (минимальные затраты).
6. Эффективность (степень достижения цели).

### **14.2. Этапы и процедуры процесса принятия решений**

При решении относительно несложных проблем часто используется интуитивный подход, который характеризуется такими чертами: субъект решения держит всю проблему в голове; по мере развития проблемы подход к ее решению может радикально меняться; возможно одновременное рассмотрение нескольких вариантов; может не соблюдаться

последовательность этапов; качество решения основывается на предыдущем опыте лица, принимающего это решение. Поэтому интуитивный подход не дает хороших результатов в тех случаях, когда опыт лица, принимающего решение, небольшой, а предыдущие ситуации не соответствуют новым. Кроме того, на качество интуитивных решений могут оказывать влияние недостаточно полное представление о текущей проблемной ситуации и неверная интерпретация ее сути.

Если проблемная ситуация не так очевидна, а ее решение неоднозначно, то принятие решения требует структуризации, которая позволит определить этапы и процедуры, направленные на ее решение.

Основные этапы процесса принятия решений:

1. Появление проблемы.
2. Исследование факторов и условий.
3. Разработка решений.
4. Оценка и принятие решений.

Самая простая «идеальная» схема принятия решений предполагает, что процесс представляет собой прямолинейное движение от одного этапа к другому; после выявления проблемы и установления условий и факторов, приведших к ее возникновению, производится разработка решений, из которых выбирается лучшее. Количество разрабатываемых и рассматриваемых вариантов зависит от многих факторов и, прежде всего, от имеющихся в распоряжении разработчиков времени, ресурсов и информации. Главным ограничителем является время, в течение которого должно быть принято решение, поэтому параллельно с разработкой вариантов производится их оценка, а окончательное решение принимается путем выбора лучшего из тех, которые были подготовлены и рассмотрены в запланированный период времени.

Чтобы представить более детальную структуризацию процесса принятия решения, помимо этапов, выделяют процедуры, необходимые для реализации целевых установок каждого этапа:

<b>Этапы</b>	<b>Процедуры</b>
1. Постановка проблемы	Возникновение новой ситуации. Появление проблемы. Сбор необходимой информации. Описание проблемной ситуации.
2. Разработка вариантов решений	Формулирование требований ограничений. Сбор необходимой информации. Разработка возможных вариантов решений.
3. Выбор решения	Определение критериев выбора. Выбор решений, отвечающий критериям. Оценка возможных последствий. Выбор предпочтительного решения.
4. Организация выполнения решения и его оценка	План реализации выбранного решения. Контроль хода реализации решения. Оценка решения проблемы и возникновения новой ситуации.

Цель первого этапа – выявление и описание проблемы и проблемной ситуации; второго этапа – поиск возможных вариантов решений; на третьем этапе производится оценка альтернатив и выбор окончательного решения; наконец, на последнем этапе целью работ является организация, контроль и оценка результатов выполнения принятого решения.

Обязательными элементами процесса являются наличие поэтапного плана и методов решения, а также их информационное обеспечение. Работа по сбору, обработке и оценке информации проводится на всех этапах процесса принятия решений, но имеет особенности, отражающие специфику выполняемых действий и решаемых задач, а также стиля работы лица, принимающего решение. Наибольшую потребность в информации испытывают субъекты решений, которых в управленческих кругах называют максималистами, так как они собирают и анализируют максимум возможной и полезной информации.

Этот подход оправдывает себя в том случае, когда решается очень сложная проблема и нет дефицита времени, отпущенного для ее решения. Наряду с этим субъекты решения нередко ограничиваются лишь таким количеством информации, которого достаточно, чтобы выбрать один-два удовлетворительных варианта решений, после чего поиск и анализ новой информации прекращается, что дает неплохие результаты при решении сравнительно несложной проблемы, но в условиях жесткого лимита времени.

Необходимым элементом (и параметром) процесса принятия управленческих решений является оценка тех действий, которые предпринимаются на его различных этапах. На этапе постановки задачи принятие решений – это оценка границ, масштабов и уровня распространения проблемы и проблемной ситуации; на этапе решения – оценка различных вариантов, предлагаемых специалистами; на этапе принятия решения – оценка ожидаемых последствий его реализации. Для этой цели используются критерии.

На первом этапе в качестве критерия распознавания проблемы чаще всего используется целевая установка, по отклонению от которой судят о возникновении проблемы. Следовательно, руководители всех уровней должны иметь четко сформулированные цели и задачи своей деятельности, чему способствует применение системы управления по целям (или по результатам). В противном случае существование проблемы определяется чисто интуитивно или по мере поступления сигналов, что существенно усложняет последующий процесс принятия решений.

Этап формирования решений начинается со сбора и обработки информации, необходимой для выработки курса действий. Как правило, при решении сложных проблем не удается ограничиться только той информацией, которую предоставляют действующие системы отчетности; поэтому требуется время и ресурсы для информационного обеспечения решения проблемы.

На этапе выработки курса действий, т.е. разработки вариантов решения проблем, применяются различные критерии, позволяющие из множества проектных предложений выбрать допустимые, а из них – наиболее полезные или предпочтительные для решения целей организации. От того, насколько

обоснованно они выбраны, зависит качество управленческих решений, а оно, в свою очередь, предопределяет конкурентоспособность организации, быстроту ее адаптации к изменениям хозяйственной ситуации и в конечном счете – эффективность и прибыльность.

Наиболее полно система критериев оценки решений разработана для структурированных проблем, позволяющих применять экономико-математические методы. С их помощью определяются лучшие решения, например, по таким параметрам, как сроки окупаемости капиталовложений, прирост доходов или прибыли, минимизация текущих издержек или максимизация производительности труда и т.п. Нередко в качестве критерия выбора решения применяется фактор времени, особенно важный в условиях переходного периода, для которого характерна неустойчивость состояния экономики и общества в целом. Задержка с принятием решения или выбор решения, которое связано с более длительным процессом реализации, могут существенно снизить ожидаемые результаты (из-за инфляции, изменения политики и прочих факторов внешней среды). Поэтому на этапе выработки курса действий менеджерам приходится анализировать большое количество вариантов решений, отличающихся различными комбинациями используемых ресурсов организации.

#### ***Вопросы для самоконтроля:***

1. Что понимается под управленческим решением?
2. Каким требованиям должны удовлетворять решения?
3. Как можно классифицировать решения?
4. Каковы основные этапы и процедуры процесса принятия решений?
5. Как происходит процесс распределения управленческих решений по уровням управления?
6. Что представляет собой «идеальная» схема принятия решений?
7. Какие факторы учитываются при разработке вариантов решений?
8. Какой из факторов является главным при разработке вариантов решений?
9. Что относят к обязательным элементам процесса принятия решений?
10. Каковы критерии распознавания проблемы?

## **Тема 15. Эффективность и управление исследованием**

### **15.1. Цель исследований**

Проведение исследования осуществляется в следующих случаях:

- при совершенствовании системы управления действующей организации;
- при разработке системы управления вновь создающейся организации;
- при совершенствовании системы управления производственных объединений или предприятий в период реконструкции или технического перевооружения;

- при совершенствовании системы управления вследствие изменения формы собственности.

В условиях динамичности современного производства и общественного устройства управление должно находиться в состоянии непрерывного развития, которое сегодня невозможно обеспечить без исследования путей и возможностей этого развития, без выбора альтернативных направлений. Исследование управления осуществляется в каждодневной деятельности менеджеров и персонала и в работе специализированных аналитических групп, лабораторий, отделов.

Необходимость в исследованиях систем управления продиктована достаточно большим кругом проблем, с которыми приходится сталкиваться многим организациям. От правильного решения этих проблем зависит успех работы этих организаций. Исследования систем управления могут быть различными как по целям, так и по методологии их проведения.

*По целям* исследований можно выделить практические и научно-практические.

Практические исследования предназначены для быстрых эффективных решений и достижения желаемых результатов.

Научно-практические исследования ориентированы на перспективу, более глубокое понимание тенденций и закономерностей развития организаций, повышение образовательного уровня работников.

*По методологии проведения* следует выделить, прежде всего, исследования эмпирического характера и опирающиеся на систему научных знаний.

Разнообразны исследования и по использованию ресурсов собственных или привлекаемых, по трудоемкости, продолжительности, информационному обеспечению, организации их проведения. В каждом конкретном случае, исходя из поставленных целей, приходится выбирать необходимый вид исследования.

## **15.2. Организация исследований**

Исследование как вид деятельности в процессе управления организаций включает следующие работы:

- распознавание проблем и проблемных ситуаций;
- определение причин их происхождения, свойств, содержания, закономерностей проведения и развития;
- установление места этих проблем и ситуаций (как в системе научных знаний, так и в системе практического управления);
- нахождение путей, средств и возможностей использования новых знаний о данной проблеме;
- разработка вариантов решения проблем;
- выбор оптимального варианта решения – проблемы по критериям результативности, оптимальности, эффективности.

На практике все эти работы находятся в тесной взаимосвязи, характеризуя при этом степень профессионализма исследователей, конкретные цели и задачи их деятельности.

Проведение исследований и анализ любой конкретной системы управления как объекта необходимо, прежде всего, для обеспечения конкурентоспособности предприятия на рынке товаров (услуг), для повышения эффективности функционирования подразделений и организации в целом. Понять, как успешно и своевременно достигаются поставленные цели, можно только с помощью исследования работы этих подразделений и конкретных исполнителей и руководителей.

Исследования необходимо проводить не только когда организациям грозит банкротство или серьезный кризис, но и тогда, когда организации функционируют успешно и стабильно достигают определенных результатов. В данном случае своевременные исследования помогут удержать этот стабильный уровень работы организации, выяснить, что мешает либо в большей степени стимулирует ее работу, чтобы желаемые результаты были еще лучше.

Необходимость проведения исследований продиктована еще и постоянно меняющимися целями функционирования организаций, что неизбежно в условиях рыночной конкуренции и постоянно меняющегося спроса потребителей.

Исследования необходимы как с научной, так и с практической точек зрения. С научной точки зрения исследование предполагает разработку и четкое формулирование методологии проведения исследований с тем, чтобы разработать фундаментальные теоретические положения. С практической точки зрения исследования должны уметь проводить конкретные люди (аналитики, проектировщики, сотрудники в отделах), следовательно, их необходимо вооружить конкретными знаниями, обучить различным методам проведения исследований, разъяснить, для чего это нужно и какие цели при этом достигаются.

Необходимо помнить главное: исследования проводятся с целью построения определенной модели системы управления, к которой должна стремиться организация.

Есть необходимость специального подбора и подготовки исследователей, поскольку от результатов их деятельности в значительной степени зависит эффективность работы предприятия. Подготовка таких специалистов осуществляется заблаговременно и сопровождается стажировкой исследователей в процессе разработки новой модели системы управления.

Исследование систем управления включает:

- уточнение цели развития и функционирования предприятия и его подразделений;
- выявление тенденций развития предприятия в конкретной рыночной среде;
- выявление факторов, обеспечивающих достижение сформулированной цели и препятствующих ей;

- сбор необходимых данных для разработки мероприятий по совершенствованию действующей системы управления;
- получение необходимых данных для привязки современных моделей, методов и средств к условиям конкретного предприятия.

В процессе исследования и анализа работы организации устанавливается роль и место данного предприятия в соответствующем секторе рынка; состояние производственно-хозяйственной деятельности предприятия; производственная структура предприятия; система управления и ее организационная структура; особенности взаимодействия предприятия с потребителями, поставщиками и другими участниками рынка; инновационная деятельность предприятия; психологический климат предприятия и др.

### **15.3. Источники риска и ответственность исследователя за результаты исследования**

*Риск* – это действие в надежде на благоприятный исход.

***Источники рисков:***

- а) незнание или недостаточность знаний об окружающей обстановке;
- б) случайность – то, что при одинаковых условиях происходит неодинаково;
- в) противодействие (конкуренция, конфликты, неопределенность спроса, трудности сбыта, аварии).

***Ответственность исследователя за результаты исследования.***

Ответственность за результаты процесса и результаты исследований – важный фактор обеспечения эффективности и безопасности исследований.

Несовершенство законодательной базы может порождать риски исследований: во-первых, на различных иерархических уровнях (государство, предприятие, индивидуум); во-вторых, для различных сторон исследований (заказчик, исследователь, третье лицо – пострадавший); в-третьих, риски ущерба вследствие проведения или непроведения исследований и др.

Несовершенство законодательной базы объективно существует всегда как следствие новизны, порождаемой самим фактом научных исследований.

Ответственность исследователей может возникать тогда, когда процесс исследований или использование их результатов привели к убыткам заказчика или ущербу третьей стороне (элементам внешней среды, здоровью, личности).

***Ответственность юридическая*** может иметь место в пределах срока исковой давности. «Исковой давностью признается срок для защиты права по иску лица, право которого нарушено (ст. 195 ГК РФ). Течение срока исковой давности начинается со дня, когда лицо узнало или должно было узнать о нарушении своего права (ст. 200 ГК РФ). Общий срок исковой давности устанавливается в три года (ст. 196 ГК РФ)». Поэтому прогноз последствий исследования, а следовательно, и ответственности за него, должен осуществляться: 1) для юридической формы ответственности – на срок не более срока исковой давности; 2) для других форм ответственности – на срок, определяемый из соображений возможности нанесения существенного ущерба

экологической обстановке, здоровью и т.п. Для этого должны проводиться специальные оценки.

Ответственность исследователя может быть внутрифирменной (перед учредителями, вышестоящими менеджерами, персоналом) или внешней (перед органами власти, заказчиками, общественностью). Внутрифирменная ответственность может быть административной (выговор, перевод на др. работу) и экономической (для обеспечения возможности такой ответственности, в частности, вводятся специальные системы оплаты труда: оклад + % от полученного эффекта). Внутрифирменная ответственность может существенно изменить карьерные, материальные перспективы исследователя.

Внешняя ответственность может быть трех видов: юридическая, социальная, моральная. Юридическая ответственность может иметь уголовный и гражданский характер.

**Уголовная ответственность** – обязанность виновного лица держать в установленном порядке ответ за совершенное им преступление: подвергнуться правоограничениям, вытекающим из уголовно-процессуального порядка, быть осужденным и понести соответствующее наказание. Например, уголовной ответственности за трагические результаты эксперимента подверглось руководство Чернобыльской АЭС.

**Гражданская ответственность** возникает в случае неисполнения или ненадлежащего исполнения обязательств из договоров, причинения вреда. Это принудительная мера, выражающаяся в имущественном воздействии на право нарушителя. Она состоит в компенсации убытков или возмещении причиненного вреда.

Одним из частых видов должностных преступлений является халатность. Это невыполнение или ненадлежащее выполнение должностным лицом своих обязанностей вследствие небрежного или недобросовестного отношения к ним, причинившим существенный вред государственным или общественным интересам, правам, интересам граждан.

**Имущественная ответственность** – связана с организационно-правовой формой предприятия – субъекта исследований и устанавливается Гражданским кодексом РФ. Полная имущественная ответственность учредителей за результаты исследований наступает при создании исследовательского центра в организационно-правовой форме полного товарищества. При создании товарищества на вере полную ответственность несут только полные товарищи, а вкладчик – ограниченную размером вклада.

Участники испытательного общества с ограниченной ответственностью несут ответственность в пределах своих долей в уставном капитале. В ЗАО и ОАО акционер несет в пределах стоимости принадлежащего ему пакета акций. Возмещению подлежат как имущественный, так и моральный вред. В понятие имущественного вреда включаются прямой ущерб, упущенная выгода.

Под **моральным вредом** понимают нравственные или физические страдания, понесенные вследствие противоправных действий другого лица, например, умаления личного достоинства или деловой репутации путем

распространения порочащих сведений, вмешательства в частную жизнь и т.п., имевшие место при опубликовании результатов исследований.

На **социальную ответственность исследования** существует две точки зрения. Согласно первой, социальная ответственность исследователя определяется тем, что исследователь должен предвидеть влияние результатов исследований на социальное положение, политику и геополитику и принять все доступные для него меры по исключению возможного отрицательного влияния процесса и результатов исследования. Другая точка зрения – об отсутствии непосредственной связи процесса исследований с социальными последствиями. При таком подходе считают, что социальная ответственность исследователя – дать новый результат или инструмент.

Ответственность за использование полученных результатов относится к сфере социальной ответственности политики маркетинга, менеджмента. В любом случае, представляется необходимым обязать исследователей информировать определенные органы власти о возможных опасностях использования полученных в процессе исследования инструментов, промежуточных и конечных результатов. Речь о моральной ответственности идет в тех случаях, когда-либо не нанесен имущественный вред, вред здоровью, личности либо пробелы в законодательной базе не обеспечивают юридической ответственности за ущерб.

Моральная ответственность возникает и одновременно, и параллельно с уголовной и (или) гражданской (имущественной) ответственностью.

**Моральная ответственность** исследователя может иметь место перед этносом, цивилизацией, религиозными убеждениями, семьей, коллегами, друзьями, потомками. Для исследователей причиной такой ответственности могут быть не нанесшие имущественного ущерба: сокрытие результатов исследований, опубликование неверных данных, дезинформации, подтасовка результатов, плагиат, не стойкость в отношении давления со стороны и др.

#### **15.4. Принципы честного исследования**

- Честность и справедливость.
- Взаимовыгодность и взаимоприемлемость цены и условий для объективного проведения исследований.
- Прозрачность исследований для заказчика.
- Приемлемый механизм разрешения разногласий.

#### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Как определить цель исследования системы управления?
2. Какие трудности возникают, если в исследовании участвует ряд организаций? Как их преодолеть?
3. Как оценивается эффективность исследования?
4. Что понимается под полнотой, точностью и достоверностью результатов исследования?
5. Как должны быть организованы исследования?

6. Как обеспечивается тайна и конфиденциальность методики и результатов исследований?

7. Что является источниками риска при исследовании?

8. Какую ответственность несет исследователь за результаты исследования?

9. Каковы основные принципы честного исследования?

10. Что понимают под моральным вредом?

# ПЛАНЫ СЕМИНАРСКИХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

## Методические указания

В настоящем разделе даны практические рекомендации студентам, изучающим курс «Исследование систем управления» для овладения методикой анализа. Овладев методикой, можно самостоятельно проводить процесс исследования в любом реально действующем предприятии.

Работа выполняется в два этапа.

На *первом этапе* вы самостоятельно изучаете работу выбранного вами подразделения конкретной организации, чтобы осмыслить его место в системе управления этой организации. Для этого изучаются: Положение о подразделении, действующие должностные инструкции, проводятся беседы с сотрудниками (при необходимости и с руководителем) с целью выявления работ (функций), выполняемых в подразделении, но не зафиксированных в действующем Положении о подразделении.

На *втором этапе* вам необходимо разработать схему принятия решений в выбранном вами подразделении, проанализировать ее и внести свои предложения по совершенствованию действующей схемы принятия решений.

Результатом анализа может служить новый (усовершенствованный) вариант схемы принятия решений вашего подразделения, а также предложения по корректировке должностных инструкций, перераспределению обязанностей сотрудников, сокращению либо расширению штатов и др.

**Для выполнения исследования необходимо:**

- 1) сформулировать цели и задачи конкретного подразделения;
- 2) выявить и сформулировать перечень управленческих решений, которые готовятся в данном подразделении;
- 3) построить действующие процедуры принятия решений, в подготовке которых вы принимаете непосредственное участие (не менее пяти процедур) и дать их описание;
- 4) построить функциональную блок-схему принятия решений, показывающую взаимосвязь процедур, действующих в данном подразделении;
- 5) разработать схему принятия решений в данном подразделении, проанализировать ее и дать неформальное описание, на основании которого внести свои предложения по совершенствованию системы управления подразделением.

Ниже указываются правила для выполнения каждого из этих этапов.

### ***Правила построения организационных процедур***

Организационные процедуры определяются Положением об организации, инструкциями, приказами, распоряжениями и регламентируют процессы подготовки управленческих решений. Процесс подготовки любого управленческого решения независимо от количества документов, необходимых для его утверждения, и количества исполнителей может быть представлен в виде организационной процедуры.

При построении процедур используются следующие основные понятия.

**1. Организационная операция** – технологически нерасчленимый процесс обработки экономической информации (документов), осуществляемый конкретным сотрудником на рабочем месте.

Примерами операций являются: «утверждение (подписание) приказа», «утверждение отчета по теме», «согласование (визирование) документа», «утверждение сметы расходов», «утверждение финансового плана» и т.д.

2. Комплекс взаимосвязанных организационных операций, определяющих процесс подготовки конкретного управленческого решения, называется **организационной процедурой**.

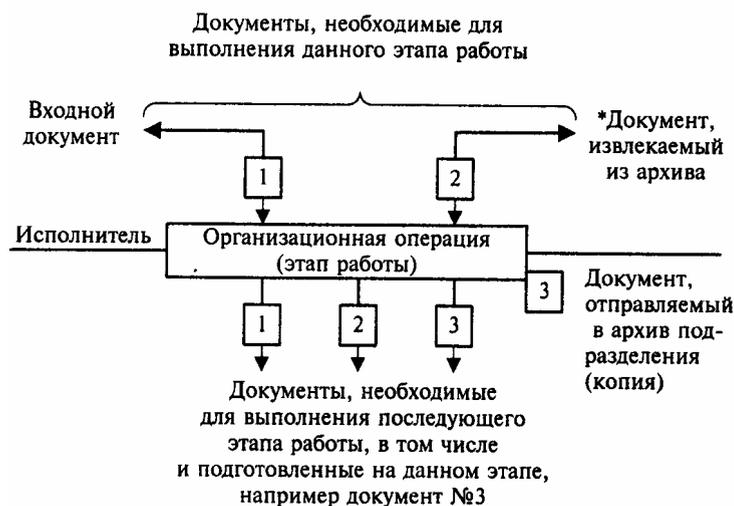
Примерами организационных процедур могут быть: «подготовка и утверждение отчета о выполненной работе». В данной процедуре участвуют сотрудники аппарата управления, которые готовят и оформляют отчет, руководители или их заместители, которые согласовывают отчет и руководители подразделений, утверждающие отчет.

Организационная процедура включает 3 элемента:

1. Схему организационной процедуры.
2. Описание организационной процедуры.
3. Перечень документов, действующих в организационной процедуре.

Рассмотрим их подробнее.

**Схема организационной процедуры** строится на основе изучения регламентирующей документации и существующего распределения обязанностей в подразделении по следующим правилам.



Схема, иллюстрирующая правила построения организационных процедур.

**Правило 1.** Организационная операция (этап работы) на схеме изображается в виде прямоугольника, расположенного в разрезе осевой линии.

**Правило 2.** Наименование подразделения (исполнители), выполняющего организационную операцию, пишется слева над осевой линией.

**Правило 3.** Документы, необходимые для выполнения организационной операции, изображаются в виде прямоугольников, расположенных в разрезе стрелок, входящих в прямоугольник, изображающий этап работы. Документы, извлекаемые из архива, обозначаются звездочкой.

**Правило 4.** Итог выполнения организационной операции также оформляется в виде документов, расположенных в разрезе стрелок, выходящих из прямоугольника изображающего этапы работы.

**Правило 5.** Если в результате выполнения операции некоторые документы остаются у исполнителя, то они изображаются в виде прямоугольников, расположенных справа под осевой линией (это могут быть документы, отправляемые в архив).

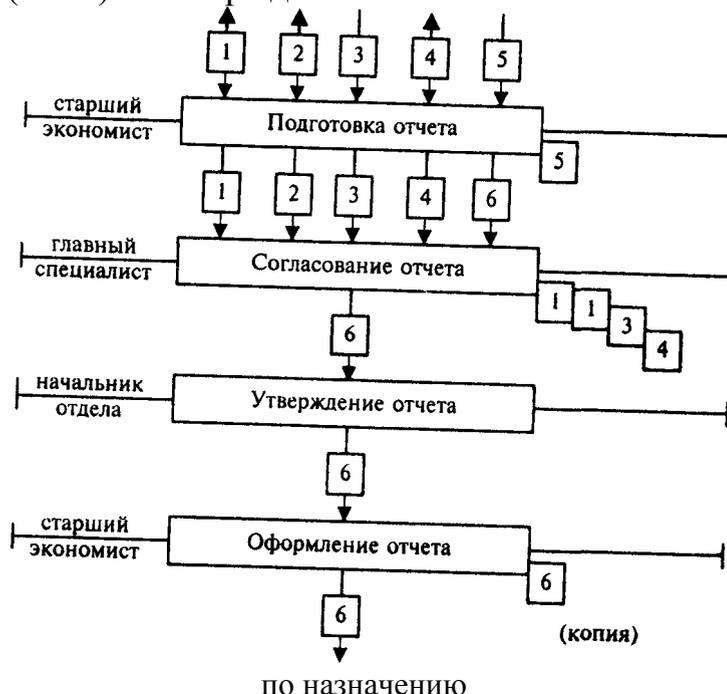
**Описание организационной процедуры** выполняется по следующей форме.

№№ п/п	Наименование этапов работ (операций)	Доку- менты	Испол- нители	Приме- чание
1	2	3	4	5

В гр. 1 указываются порядковые номера выполняемых организационных операций; в гр. 2 – наименования этапов работ и их подробное описание; в гр. 3 – документы, необходимые для выполнения данного этапа работы; в гр. 4 – исполнители, ответственные за подготовку данного этапа работы.

### 1. Пример построения действующей процедуры принятия решения.

Процедура 1. (ПР-1). «Утверждение отчета о выполненной работе».



Процедура принятия решений: «Утверждение отчета о выполненной работе».

#### Перечень документов, действующих в процедуре:

№ документа

1. План работы отдела – 1.
2. Отчет о выполненной работе за прошлый период – 2.

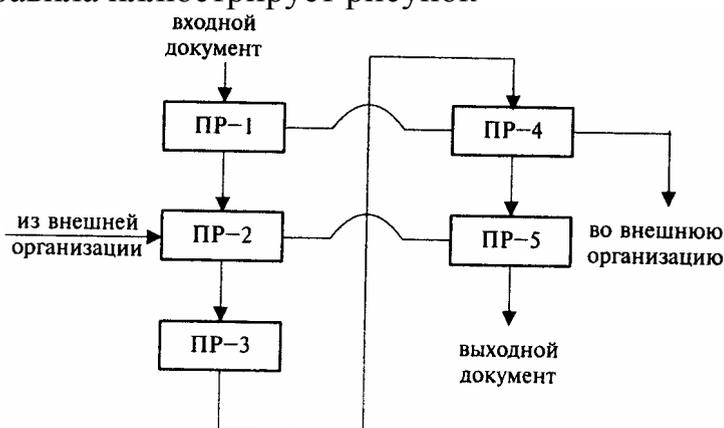
3. Текущая нормативно-справочная информация (данные для отчета) – 3.
4. Инструкции по составлению отчета (действующая регламентирующая документация) – 4.
5. Распоряжение начальника подразделения о составлении отчета – 5.
6. Отчет о выполненной работе (требуемый) – 6.

## 2. Построение функциональной блок-схемы принятия решений в подразделении.

Схема принятия решений должна быть построена для того, чтобы обосновать состав решений, в подготовке которых принимает участие данное подразделение. Если все решения никак не связаны между собой, их можно готовить в любых разных подразделениях. Если решения взаимосвязаны (готовятся на основании одних и тех же документов), то эти связи можно проследить, построив блок-схему процесса принятия решений. Таким образом, обосновать список решений, которые готовятся в данном подразделении, можно только построив функциональную блок-схему.

При построении функциональной блок-схемы используются следующие правила.

Указанные правила иллюстрирует рисунок



Функциональная схема принятия управленческих решений в подразделении.

**Правило 1.** Организационная процедура как элемент блок-схемы изображается в виде прямоугольника, в котором указывается ее наименование.

**Правило 2.** Все действующие в данном подразделении организационные процедуры изображаются на листе бумаги в виде прямоугольников в порядке возрастания: номера процедуры и стрелки указывают взаимосвязи процедур.

**Правило 3.** Если для реализации процедуры требуются документы из внешних организаций, то в блок-схеме стрелкой указываются место входа внешнего документа и его наименование или номер.

**Правило 4.** Если в результате реализации процедуры выявляются документы, отправляемые во внешнюю организацию, то в блок-схеме стрелкой указывается место выхода документа и его наименование или номер.

## 3. Построение схемы принятия решений в подразделении.

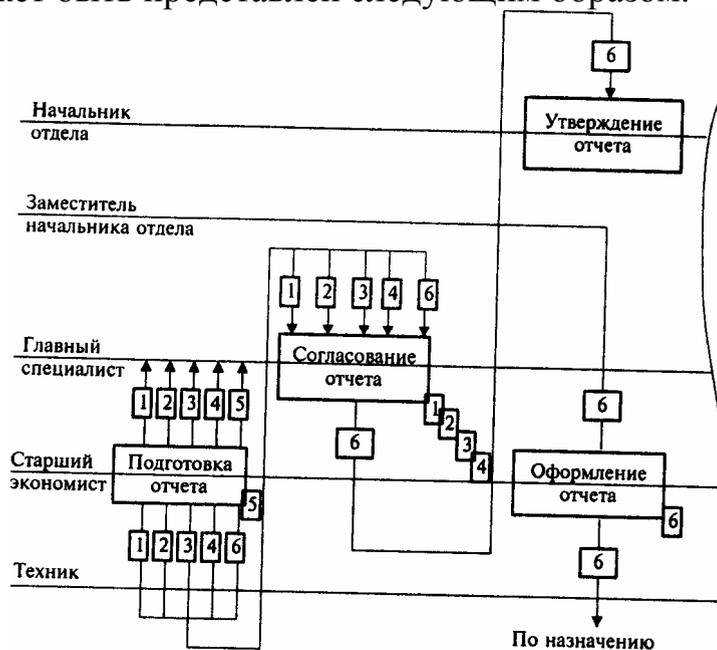
Схема принятия решений представляет собой структурную «фотографию» всех процессов подготовки и принятия управленческих решений, которые осуществляются в данном подразделении. Для этого

вычерчиваются горизонтальные линии в количестве, равном наименованию должностей данного подразделения по штатному расписанию. Каждая линия соответствует определенной должности. Так образуются уровни управления. Затем на эти уровни в порядке, указанном функциональной блок-схемой, наносятся схемы всех организационных процедур, действующих в подразделении. В данном случае таких процедур будет пять (столько, сколько вы выбрали для анализа), поэтому правомерно говорить о фрагменте схемы принятия решений.

Предположим, в подразделении согласно штатному расписанию существуют следующие должности:

1. Начальник отдела.
2. Заместитель начальника отдела.
3. Главный специалист.
4. Старший экономист.
5. Техник.

В порядке примера рассмотрим одну лишь процедуру: «Утверждение отчета о выполненной работе». Тогда фрагмент схемы принятия решений в подразделении может быть представлен следующим образом.



Принятие решений в подразделении (фрагмент).

#### 4. Анализ схемы принятия решений и разработка предложений по совершенствованию управления в подразделении.

На заключительном этапе необходимо произвести неформальную оценку управленческих процессов в подразделении. Обосновать, кто и как готовит и утверждает конкретные управленческие решения, какие документы необходимы для подготовки каждого решения, каковы уровни их подготовки и уровни окончательного утверждения решений.

Можно говорить о степени загруженности сотрудников и при необходимости внести предложения по перераспределению обязанностей. Полученный фактологический материал позволяет судить о необходимости

введения дополнительной штатной единицы либо о ее сокращении. В итоге можно дать оценку эффективности функционирования подразделения, определить пути наилучшего достижения поставленных целей и грамотно использовать методы мотивации сотрудников.

Все предложения должны быть отражены в разработанном новом варианте схемы принятия решений и должностных инструкций.

В заключение хочется отметить следующее. Освоение и практическое использование данного подхода поможет вам стать настоящими менеджерами-исследователями своей организации, облегчит поиск путей и методов ее совершенствования и в итоге поможет добиться устойчивого конкурентного преимущества.

## **Семинар 1: Системы управления как объект исследования**

### ***Вопросы семинара:***

1. Иерархический тип структур управления:
  - а) линейные и линейно-функциональные структуры;
  - б) штабные структуры;
  - в) дивизиональные структуры.
2. Органический тип структур управления:
  - а) проектные и программно-целевые структуры;
  - б) матричные структуры;
  - в) особенности бригадных структур.
3. Цели и задачи управления.
4. Законы управления.

***Тема доклада:*** Новые формы организационных структур [4].

### ***Литература:***

1. Управление организацией / под ред. А.Г. Поршнева и др. – М.: ИНФРА-М, 2006.
2. Виханский О.С., Наумов А.И. Менеджмент. – М.: Гардарики, 2007.
3. Лебедев О.Т., Каньковская А.Р. Основы менеджмента. – СПб.: ИД «М и М», 2008.
4. Быкова А. Организационные структуры управления. – М.: ОЛМА-ПРЕСС Инвест, 2007.

### ***Контрольные вопросы:***

1. Сопоставьте различные определения организационной структуры управления с точки зрения связи этого понятия с другими понятиями и категориями науки управления.
2. Дайте определение элемента структуры управления и форм, в которых он может быть представлен.
3. Какие виды связей существуют между элементами структуры управления?

4. Дайте обобщенную характеристику типов структур управления, их достоинств и недостатков.
5. Сформулируйте принципы построения структур управления иерархического и органического типов.
6. Дайте характеристику основных видов структур иерархического типа..
7. Какие достоинства и недостатки характерны для матричной структуры управления?
8. Какие перспективы имеют бригадные структуры управления?
9. В чем главные причины неудачного использования бригадных структур?

## **Семинар 2: Социологические методы исследования систем управления**

### ***Вопросы семинара:***

1. Виды социологических исследований:
  - а) разведывательные;
  - б) описательные;
  - в) аналитические.
2. Методы социологических исследований:
  - а) анализ документов и контент-анализ;
  - б) анкетирование;
  - в) интервьюирование;
  - г) наблюдение и фокус-группы.
3. Программа и методы организации социологических исследований.
4. Социальные технологии.
5. Социальное предвидение и прогнозирование.
6. Организация социального управления:
  - а) сущность и содержание социального управления;
  - б) система социального управления;
  - в) принципы и методы организации социального управления.

**Тема доклада:** Социальное проектирование и его роль в исследовании систем управления.

### ***Литература:***

1. Булыгин Ю.Е., Волковский В.И. Основы теории организации социального управления: учеб. пособие. – М.: ЧеРо, 2008.
2. Капитонов Э.А. Социология XX века. – Ростов н/Д.: Феникс, 2006.
3. Курбатов В.И., Курбатова О.В. Социальное проектирование: учеб. пособие. – Ростов н/Д.: Феникс, 2007.
4. Социология / под ред. В.И. Курбатова. – Ростов н/Д.: ИЦ «МарТ», 2008.
5. Тощенко Ж.Т. Социология. – М.: Прометей, 2007.

### ***Контрольные вопросы:***

1. Когда появилось научное социальное предвидение?

2. В чем отличие предвидения от астрологии, экстрасенсов, гаданий?
3. Какие формы конкретизации социального предвидения вы знаете?
4. Охарактеризуйте методы социального предвидения.
5. Каковы основные требования к социальному предвидению.
6. Назовите достоинства и ограничения интуиции в процессе социального предвидения.
7. Как соотносится социальное прогнозирование с социальным предвидением и социальным планированием?
8. Какие проблемы стоят на пути совершенствования социального прогнозирования?
9. В чем проявляется эффективность социального прогнозирования?
10. Сущность социального проектирования и его место среди других элементов социального управления.
11. Основные требования к социальному проектированию и его ограничения.

### **Семинар 3: Логические методы исследования систем управления**

#### ***Вопросы семинара:***

1. Классификация и характеристика логических методов исследования:
  - а) методы традиционной логики;
  - б) методы математической логики.
2. Индукция как метод исследования систем управления.
3. Дедукция как метод исследования систем управления.
4. Логический анализ и синтез как методы исследования систем управления.
5. Аналогия и гипотеза в исследовании систем управления [5].
6. Сравнение, абстрагирование, конкретизация в исследовании систем управления.

#### ***Тема доклада:***

1. Логика принятия решения [4].
2. Логика научного познания.

#### ***Литература:***

1. Бор М.З. Основы экономических исследований. Логика, методология, организация, методика. – М.: ДИС, 2008.
2. Брюшинкин В.Н. Практический курс логики для гуманитариев: учеб. пособие. – М.: Новая школа, 2006.
3. Ивин А.А. Искусство правильно мыслить. – М.: Просвещение, 2006.
4. Исследование систем управления: учеб. пособие / под ред. Э.М. Короткова. – М.: ИНФРА-М, 2007.
5. Коротков Э.М. Исследование систем управления. – М.: ДеКА, 2008.
6. Малахов В.П. Основы формальной логики: учеб. пособие для экономистов. – М.: Щит-М, 2009.

7. Светлов В.А. Практическая логика: учеб. пособие. – СПб.: ИД «МиМ», 2007.

8. Трояновский В.М. Логика в менеджменте: учеб. пособие. – М.: Изд-во РДЛ, 2006.

#### **Семинар 4: Эмпирико-теоретические методы исследования систем управления**

##### ***Вопросы семинара:***

1. Состав и использование эмпирико-теоретических методов исследования.

2. Методы классификации, обобщения и типологии.

3. Наблюдение и эксперимент в исследовании.

4. Измерение и сравнение как методы исследования.

5. Оценки в исследовании систем управления.

6. Фактологическое обеспечение исследования.

***Тема доклада:*** Социально-экономический эксперимент. Особенности и организация проведения.

##### ***Литература:***

1. Бор М.З. Основы экономических исследований. – М.: ДИС, 2008.

2. Глущенко В.В., Глущенко И.И. Исследование систем управления. – Железнодорожный, Моск. обл.: ООО НЦП «Крылья», 2008.

3. Игнатьева А.В., Максимцов М.М. Исследование систем управления: учеб. пособие для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2008.

4. Коротков Э.М. Исследование систем управления. – М.: ДеКА, 2007.

##### ***Контрольные вопросы:***

1. Что такое факт и какую роль играют факты в исследовательской деятельности менеджера?

2. Какую роль играют факты в проведении исследования?

3. Не тождественны ли понятия факта и информации?

4. Существует ли «критическая масса» фактов для поиска решения проблемы?

5. Как следует проводить систематизацию фактов и какие здесь могут возникнуть трудности?

6. В чем проявляется информативная емкость факта?

7. Что такое фактология исследования и как она строится?

8. Назовите принципы работы исследователя с фактами.

9. Что такое оценивание явлений и как оно осуществляется?

#### **Семинар 5: Организационные и методические основы исследования систем управления**

### ***Вопросы семинара:***

1. Планирование процесса исследования систем управления:
  - а) программа исследования систем управления;
  - б) основные положения процесса планирования исследования систем управления;
  - в) планирование исследования систем управления.
2. Формы и факторы организации исследования:
  - а) алгоритм проведения исследования;
  - б) принципы организации исследования;
  - в) исследовательские группы;
  - г) разделение и кооперация исследовательской деятельности;
  - д) технологии исследования систем управления.
3. Оформление отчета об исследовании систем управления:
  - а) структура и требования к содержанию отчета;
  - б) правила технического оформления отчета;
  - в) подготовка отзывов на отчеты о научно-исследовательской работе.

***Тема доклада:*** Консультирование как форма организации процесса исследования систем управления.

### ***Литература:***

1. Бор М.З. Основы экономических исследований. – М.: ДИС, 2008.
2. Исследование систем управления: учеб. пособие / под ред. Э.М. Короткова. – М.: ИНФРА-М, 2008.
3. Коротков Э.М. Исследование систем управления. – М.: ДеКА, 2008.
4. Мишин В.М. Исследование систем управления: учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007.

### ***Контрольные вопросы:***

1. Нужно ли планировать исследования систем управления?
2. Раскройте сущность программ исследования систем управления разработайте их типовую структуру – состав разделов.
3. В чем заключается взаимосвязь программы и плана исследования систем управления?
4. Раскройте сущность и приведите формы представления планов исследования систем управления.
5. Назовите принципы, лежащие в основе составления планов исследования систем управления.
6. Раскройте понятие «организация исследований систем управления».
7. Перечислите основные условия проведения исследований систем управления.
8. Кто может принимать участие в исследованиях системы управления организации?
9. Назовите основные формы организации исследований системы управления и дайте им характеристику.

10. Сформулируйте основные требования, предъявляемые к оформлению отчетов об исследовании систем управления.

11. Какие структурные части должны быть в отчете об исследовании системы управления?

### **Семинар 6: Эффективность исследования систем управления**

#### ***Вопросы семинара:***

1. Оценка уровня качества исследования.
2. Общие методологические подходы и принципы определения эффективности.
3. Виды и основные источники эффектов.
4. Принципы обеспечения эффективности исследования.
5. Эффективность и управление исследованием.
6. Критерии эффективности управления системой

**Тема доклада:** Теория эффективности и ее роль в оценке эффективности исследования систем управления.

#### ***Литература:***

1. Глущенко В.В., Глущенко И.И. Исследование систем управления. – Железнодорожный, Моск. обл.: ООО НЦП «Крылья», 2007.
2. Долятовский В.А., Долятовская В.Н. Исследование систем управления: учеб.-практ. пособие. – М.: ИКЦ «МарТ», 2006.
3. Коротков Э.М. Исследование систем управления. – М.: ДеКА, 2006.
4. Мишин В.М. Исследование систем управления: учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007.

# САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

## Темы индивидуальных заданий

1. Анализ внешней среды организации.
2. Анализ внутренней среды организации.
3. Виды исследований систем управления.
4. Виды плановых исследований.
5. Возможные эффекты от исследования систем управления.
6. Законы и формы познания.
7. Интеграционный подход при исследовании систем управления.
8. Исследование и проектирование управленческих решений.
9. Исследование и проектирование структур управления.
10. Исследование и проектирование функций управления.
11. Исследование и проектирование целей управления.
12. Исследование систем управления моделированием.
13. Исследование как составная часть менеджмента организации.
14. Источники получения сведений о деятельности организации.
15. Качественные методы исследования систем управления.
16. Классификация методов исследования систем управления.
17. Классификация систем.
18. Классификация факторов, характеризующих объект исследования.
19. Классификация целей исследования.
20. Количественные методы исследования систем управления.
21. Комплексный подход при исследовании систем управления.
22. Логические методы прогнозирования.
23. Математические методы планирования.
24. Метод Дельфи.
25. Метод дерева целей.
26. Метод анализа иерархий.
27. Метод имитационного динамического моделирования.
28. Метод Монте-Карло.
29. Метод морфологического ящика.
30. Методы исследований и организация экспериментов.
31. Методы организации групповой дискуссии.
32. Методы экстраполяции.
33. Морфологический метод.
34. Мотивация как фактор управления личностью.
35. Общие характеристики открытых систем.
36. Организация как объект управления.
37. Организация планирования исследовательской деятельности на предприятии.
38. Оценка качества прогнозов.
39. Понятие и сущность управления.
40. Признаки организованности систем управления.

41. Проблемы организации и проведения «мозгового штурма»
42. Проблемы организации коллективных экспертиз.
43. Проблемы проведения экспериментальных исследований и обработки полученных результатов.
44. Проблемы экспертизы.
45. Сетевой метод.
46. Системный подход в управленческой деятельности.
47. Системный подход к формированию организационных структур.
48. Системный подход.
49. Ситуационный подход при исследовании систем управления.
50. Сравнительная характеристика управления и контроля.
51. Статика и динамика организации.
52. Статистические методы прогнозирования.
53. Теоретические подходы к развитию и современному состоянию инновационного подхода в деятельности предприятия.
54. Типы системных представлений об объекте исследования.
55. Требования к экспертам, проводящим исследование систем управления.
56. Управление реализацией управленческих решений.
57. Управленческий учет и его особенности
58. Факторы, приводящие к появлению проблем в системах управления.
59. Функциональные зоны обследования организации.
60. Шкалы оценивания, применяемые при экспертизе.
61. Экспертные методы прогнозирования.
62. Этапы исследования объекта управления.
63. Этапы разработки концепции исследования систем управления.

# КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

## Тесты для промежуточной аттестации студентов

### 1. Как расшифровывается ИСУ:

- а) исследование систем управления;
- б) инновационные структуры управления;
- в) информационно-статистический учет;
- г) игровое ситуационное участие.

### 2. Что является источником получения сведений о системе управления при проведении исследования?

- а) документы;
- б) сотрудники;
- в) наблюдения;
- г) книги, журналы;
- д) периодическая печать;
- е) все перечисленное.

### 3. В системе управления на иерархической структуре управления основаны связи:

- а) соподчиненности;
- б) разделения труда;
- в) интеграции.

### 4. Можно ли одну и ту же систему представить состоящей из различных совокупностей элементов?

- а) да;
- б) нет.

### 5. Элементом системы называют:

- а) простейшую, неделимую часть системы;
- б) составную часть системы;
- в) компонент системы.

### 6. Получение информации о результате управления называется:

- а) информативной сводкой;
- б) обратной связью;
- в) системной информацией.

### 7. Какое определение системы является наиболее полным:

- а) система – конечное множество функциональных элементов и отношений между ними, выделенное из среды в соответствии с определенной целью в рамках определенного временного интервала;
- б) система – целостная совокупность элементов и частей, подвергающаяся воздействию внешней среды;
- в) система – конечное множество функциональных элементов и отношений между ними, обладающее свойствами не сводящихся к сумме свойств элементов.

### 8. Управляемая подсистема – это:

- а) подсистема, реализующая функцию управления;
- б) подсистема, реализующая функцию самоуправления;
- в) объект управления.

**9. Перечислите параметры оценки внешней среды предприятия:**

- а) изменения, которые воздействуют на разные аспекты текущей стратегии;
- б) факторы, представляющие угрозу для текущей стратегии предприятия;
- в) факторы, представляющие больше возможностей для достижения общефирменных целей путем корректировки плана;
- г) все перечисленные.

**10. Перечислите признаки системы:**

- а) состоит из многих однородных элементов;
- б) все элементы взаимосвязаны;
- в) обязательно существует граница системы;
- г) состоит из многих разнородных элементов;
- д) представляет собой единое целое.

**11. Системный анализ – это комплекс исследований, направленных на:**

- а) выявление общих тенденций и факторов развития организации;
- б) выработку мероприятий по совершенствованию системы управления и всей производственно-хозяйственной деятельности организации;
- в) выявление частных тенденций и факторов развития организации.

**12. Конечной целью системного анализа является:**

- а) разработка и внедрение выбранной эталонной модели;
- б) анализ и выбор оптимального метода исследования;
- в) комплексный анализ проблем организации.

**13. Основная цель управления – повышение:**

- а) системности;
- б) эффективности;
- в) устойчивости.

**14. Исследуемый объект можно рассматривать как систему, если он:**

- а) состоит из многих элементов;
- б) состоит из взаимосвязанных элементов;
- в) представляет собой единство элементов;
- г) все ответы верны.

**15. Связь между элементами системы – это:**

- а) форма взаимных ограничений на поведение элементов друг на друга;
- б) вид взаимодействия между элементами;
- в) способ влияния элементов друг на друга.

**16. Структура системы – это:**

- а) совокупность внутренних устойчивых связей между элементами системы;
- б) статика системы;
- в) динамика системы.

**17. Связь между элементами называется сильной, если:**

а) каждый элемент подчиняется только одному элементу вышележащего уровня;

б) каждый элемент подчиняется не только одному элементу вышележащего уровня;

в) каждый элемент подчиняется двум элементам вышележащего уровня.

**18. Связь между элементами называется слабой, если:**

а) каждый элемент подчиняется только одному элементу вышележащего уровня;

б) каждый элемент подчиняется не только одному элементу вышележащего уровня;

в) каждый элемент подчиняется двум элементам вышележащего уровня.

**19. Проблема называется автономной, если:**

а) она обостряет или вызывает другие проблемы;

б) зависит от других проблем и обостряет или вызывает другие проблемы;

в) является конечной стадией других проблем;

г) не зависит от других проблем.

**20. Системный подход при исследовании означает:**

а) исследование конкретного объекта как системы, включающей в себя все составные элементы или характеристики организации;

б) исследование функций управления, обеспечивающих принятие управленческих решений заданного уровня качества;

в) оценку результатов управленческой деятельности и затрат на содержание аппарата управления;

г) поиск наиболее экономичного и эффективного варианта совершенствования системы управления.

**21. В основе принципа детерминированности лежит утверждение:**

а) в системе выделяются некоторые элементы, присущие только ей;

б) все элементы системы связаны между собой;

в) система обладает свойствами, которых нет у ее отдельных элементов.

**22. В основе принципа структурности (связанности) лежит утверждение:**

а) в системе выделяются некоторые элементы, присущие только ей;

б) все элементы системы связаны между собой;

в) система обладает свойствами, которых нет у ее отдельных элементов.

**23. Системный подход при исследовании означает:**

а) исследование конкретного объекта как системы, включающей в себя все составные элементы или характеристики организации;

б) исследование функций управления, обеспечивающих принятие управленческих решений заданного уровня качества;

в) оценку результатов управленческой деятельности и затрат на содержание аппарата управления;

г) поиск наиболее экономичного и эффективного варианта совершенствования системы управления.

**24. Функциональный подход при исследовании означает:**

- а) исследование конкретного объекта как системы, включающей в себя все составные элементы или характеристики организации;
- б) исследование функций управления, обеспечивающих принятие управленческих решений заданного уровня качества;
- в) оценку результатов управленческой деятельности и затрат на содержание аппарата управления;
- г) поиск наиболее экономичного и эффективного варианта совершенствования системы управления.

**25. Творческий коллективный подход при исследовании означает:**

- а) исследование конкретного объекта как системы, включающей в себя все составные элементы или характеристики организации;
- б) исследование функций управления, обеспечивающих принятие управленческих решений заданного уровня качества;
- в) оценку результатов управленческой деятельности и затрат на содержание аппарата управления;
- г) поиск наиболее экономичного и эффективного варианта совершенствования системы управления.

**26. К какой группе методов исследования систем управления относится метод экспертных оценок?**

- а) методы, основанные на выявлении и обобщении мнений специалистов;
- б) методы, основанные на формализованном представлении систем управления;
- в) комплексные, интегрированные методы.

**27. Конечной целью разработки концепции исследования системы управления является:**

- а) разработка регламентирующей документации;
- б) определение проблем в системе управления;
- в) разработка процедур принятия решений.

**28. Экспертом называют человека:**

- а) опытного;
- б) зрелого;
- в) дипломированного.

**29. Экспертные методы основаны на:**

- а) законах;
- б) правилах;
- в) знании;
- г) интуиции.

**30. Экспертиза – это:**

- а) мнение, идея или оценка, основанная на опыте специалиста, знании предмета исследования и технологий анализа;
- б) особым образом организованное исследование;
- в) разработка оптимальных процессов принятия решения.

**31. Ранжированием называют:**

- а) расположение объектов исследуемой системы в порядке их относительной значимости;

- б) определение ранга системы управления;
- в) компонент системы.

**32. Простейшей экспертной шкалой является шкала:**

- а) интервалов;
- б) наименований;
- в) отношений.

**33. Какие разновидности названия метода «мозговой атаки» вам известны:**

- а) мозговой штурм;
- б) конференция идей;
- в) коллективная генерация идей;
- г) все перечисленные.

**34. Экспертные методы основаны на:**

- а) интуиции и знаниях специалистов;
- б) на экспериментальных исследованиях;
- в) на возможности повторных исследований.

**35. Деловые игры по методологии проведения делятся на:**

- а) ролевые;
- б) групповые;
- в) инновационные;
- г) обучающие;
- д) поисковые.

**36. Эксперт работает в следующих формах:**

- а) индивидуальная;
- б) смешанная;
- в) коллективная.

**37. Модели сценариев имеют следующие виды:**

- а) описательные;
- б) сброшюрованные;
- в) изыскательные;
- г) нормативные.

**38. Наглядно взаимосвязи между процессами в динамике отражают:**

- а) матричные модели;
- б) сетевые модели;
- в) экономико-математические модели.

**39. В сетевом планировании критический путь представляет собой:**

- а) самый длинный;
- б) самый короткий;
- в) средний от суммы всех возможных путей;
- г) сумма всех возможных путей.

**40. Событие на сетевом графике:**

- а) обозначается кружком;
- б) обозначается стрелкой;
- в) обозначается цифрой.

**41. Работа на сетевом графике:**

- а) обозначается кружком;
- б) обозначается стрелкой;
- в) обозначается цифрой.

**42. Физическое моделирование – вид моделирования, основанный на исследовании:**

- а) увеличенного или уменьшенного объекта;
- б) аналога объекта, который ведет себя как и реальный объект, но не выглядит таковым;
- в) объекта на основе использования различного рода символов для описания свойств или характеристик объектов или процессов.

**43. Аналоговое моделирование – вид моделирования, основанный на исследовании:**

- а) увеличенного или уменьшенного объекта;
- б) объекта, который ведет себя как и реальный объект, но не выглядит таковым;
- в) объекта на основе использования различного рода символов для описания свойств или характеристик объектов или процессов.

**44. Математическое моделирование – вид моделирования, основанный на исследовании:**

- а) увеличенного или уменьшенного объекта;
- б) аналога объекта, который ведет себя как и реальный объект, но не выглядит таковым;
- в) объекта на основе использования различного рода символов для описания свойств или характеристик объектов или процессов.

**45. Формализация – этап построения математической модели, означающий:**

- а) формулирование законов, связывающих основные параметры объекта;
- б) запись в математических выражениях сформулированных закономерностей;
- в) накопление данных об изучаемом объекте и корректировка модели с целью введения новых факторов, данных, ограничений, критериев и т.п.

**46. Абстрагирование – это:**

- а) мысленное выделение существенных свойств и связей объекта исследования;
- б) мысленное выделение частных свойств и связей объекта исследования;
- в) исследование аналогичного объекта.

**47. Описание системы с использованием математических понятий – это уровень абстрагирования:**

- а) символический;
- б) теоретико-множественный;
- в) абстрактно-логический;
- г) топологический;
- д) теоретико-информационный;
- е) эвристический.

**48. Описание системы с использованием графиков – это уровень абстрагирования:**

- а) символический;
- б) теоретико-множественный;
- в) абстрактно-логический;
- г) топологический;
- д) теоретико-информационный;
- е) эвристический.

**49. Описание системы с использованием баз данных – это уровень абстрагирования:**

- а) символический;
- б) теоретико-множественный;
- в) абстрактно-логический;
- г) топологический;
- д) теоретико-информационный;
- е) эвристический.

**50. Статистика – это:**

- а) детерминированная функция;
- б) функция выборочных значений;
- в) множество функций для данной выборки.

**51. Способность эксперта к творческому мышлению – это:**

- а) активность;
- б) креативность;
- в) мобильность.

**52. К общим функциям управления относятся:**

- а) планирование;
- б) организация;
- в) экономическая;
- г) труда;
- д) научно-техническая.

**53. При специализации производственных единиц по характеру выпускаемой продукции имеет место интеграция:**

- а) горизонтальная;
- б) вертикальная;
- в) смешанная.

**54. Рациональность структуры с увеличением числа подразделений, не предусмотренных типовой структурой, но имеющих в наличии (при прочих равных условиях):**

- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) не меняется.

**55. В системе управления на иерархической структуре управления основаны связи:**

- а) соподчиненности;
- б) разделения труда;

в) интеграции.

**56. Системы управления на функциональной структуре управления основаны на связях:**

- а) соподчиненности;
- б) разделения труда;
- в) интеграции.

**57. Что является объектом более высокого порядка:**

- а) программа социологического исследования;
- б) рабочий план социологического исследования;
- в) вспомогательные документы и нормативы исследования.

**58. Требуемое количество интервьюеров с увеличением нормы опроса респондентов в день:**

- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) остается неизменным.

**59. Требуемое количество интервьюеров с уменьшением сроков, за которые надо провести исследование:**

- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) остается неизменным.

**60. Аналитические методы формализованного представления СУ (систем управления) включают:**

- а) теоретические разделы математики;
- б) методы классической математики;
- в) разделы дискретной математики;
- г) включают теорию графов и разного рода графические представления информации типа диаграмм, графиков, гистограмм и т.п.

**61. Теоретико-множественные, логические, лингвистические, семиотические методы формализованного представления СУ (систем управления) включают:**

- а) теоретические разделы математики;
- б) методы классической математики;
- в) разделы дискретной математики;
- г) включают теорию графов и разного рода графические представления информации типа диаграмм, графиков, гистограмм и т.п.

**62. Перечислите основные виды социологического исследования:**

- а) разведывательное;
- б) описательное;
- в) аналитическое;
- г) точечное;
- д) повторное;
- е) все из перечисленных.

**63. Классификация целей исследования по стадиям жизненного цикла включает:**

- а) проектирование;

- б) ликвидация;
- в) рост;
- г) зрелость;
- д) завершение;
- е) создание;
- ж) все из перечисленных.

**64. Интерполирование – это:**

а) представление некоторой функции известного или неизвестного вида, ряд значений, который при определенных значениях независимой переменной задан, при помощи другой, более простой функции;

б) научно обоснованное суждение о возможных состояниях системы в будущем;

в) принцип управления.

**65. Графические методы формализованного представления СУ (систем управления) включают:**

а) теоретические разделы математики;

б) методы классической математики;

в) разделы дискретной математики;

г) теорию графов, представление информации в виде диаграмм, графиков, гистограмм и т.п.

**66. Разведывательное социологическое исследование используется:**

а) для предварительного обследования определенного процесса или явления;

б) для составления относительно целостного представления об изучаемом явлении, его структурных элементах;

в) для наиболее углубленного изучения явления, когда нужно не только описать структуру, но и узнать, что определяет его основные количественные и качественные параметры.

**67. Повторное социологическое исследование – это исследование, которое:**

а) проводится последовательно через определенные промежутки времени;

б) предоставляет информацию о состоянии и количественных характеристиках какого-либо явления или процесса в момент его изучения.

**68. Линейной структуре присущи:**

а) принципы централизма и единоначалия;

б) наличие функциональных руководителей;

в) группировка схожих работ.

**69. Линейно-функциональной структуре присущи:**

а) принципы централизма и единоначалия;

б) наличие функциональных руководителей;

в) группировка схожих работ.

**70. Можно ли одну и ту же систему представить состоящей из различных совокупностей элементов?**

а) да;

б) нет.

**71. Можно ли одну и ту же систему отобразить в разных классификациях?**

- а) да;
- б) нет.

**72. К системным характеристикам относятся:**

- а) цели системы управления;
- б) функции управления;
- в) возможности системы управления;
- г) целесообразность управления.

**73. Структура системы – это:**

- а) совокупность внутренних устойчивых связей между элементами системы;
- б) статика системы;
- в) динамика системы.

**74. Эксперт работает в следующих формах:**

- а) индивидуальная;
- б) смешанная;
- в) коллективная.

**75. Заключительным этапом исследования систем управления является:**

- а) разработка регламентирующих документов;
- б) составление схемы принятия управленческих решений;
- в) разработка процедур принятия управленческих решений.

**76. Что есть математическая модель?**

- а) упрощение реальной ситуации;
- б) математическое выражение, отражающее взаимосвязь факторов;
- в) коэффициент корреляции.

**77. Как оценить адекватность математической модели?**

- а) с помощью критерия Фишера;
- б) с помощью критерия Стьюдента;
- в) с помощью множественного коэффициента корреляции.

**78. Что такое априорное ранжирование факторов?**

- а) опрос экспертов;
- б) выявление существенных факторов;
- в) исключение несущественных факторов из программы исследования.

**79. Для чего нужна математическая модель менеджеру?**

- а) для решения задачи прогноза, например, прибыли предприятия;
- б) для решения оптимизационных задач на предприятии;
- в) для других целей.

**80. Что из себя представляет «Метод наименьших квадратов»?**

- а) сумму квадратов разностей экспериментальных и рассчитанных по модели значений выходного параметра;
- б) сумму модулей разностей экспериментальных и рассчитанных по модели значений выходного параметра;

в) сумму нечетных степеней разностей экспериментальных и рассчитанных по модели значений выходного параметра;

**81. Как узнать по математической модели, какой из исследуемых факторов оказывает наибольшее влияние на прибыль?**

- а) по знаку перед коэффициентом регрессии;
- б) по абсолютной величине коэффициента регрессии.
- в) по величине множественного коэффициента корреляции.

**82. Что такое воспроизводимость эксперимента?**

а) сходимость результатов при дублировании опытов при одинаковых условиях эксперимента;

- б) соответствие критерию Кохрена;
- в) соответствие критерию Фишера.

**83. Что такое неполный полином второго порядка?**

- а) линейная математическая модель;
- б) нелинейная математическая модель;

**84. Что такое модель нулевого порядка?**

- а) модель, в которой нет зависимости прибыли от входных факторов;
- б) модель, в которой есть зависимость прибыли от входных факторов;

**85. Что такое коэффициент конкордации?**

а) это характеристика согласованности мнений всех экспертов, включенных в опрос;

б) это характеристика согласованности мнений двух экспертов, включённых в опрос;

**86. Как выглядит график корреляционного поля при отсутствии связи между факторами?**

- а) эллипс с наклоном в правую сторону;
- б) эллипс с наклоном в левую сторону;
- в) похож на окружность.

**87. Как уменьшить случайную ошибку измерений?**

- а) ввести поправку с обратным знаком;
- б) сделать параллельные измерения и усреднить результаты;
- в) использовать критерий Стьюдента.

**88. Как исключить грубую ошибку измерений?**

- а) ввести поправку с обратным знаком;
- б) сделать параллельные измерения и усреднить результаты;
- в) использовать критерий Стьюдента.

**89. Что такое ортогональный план эксперименты?**

а) план, в котором все входные факторы в опытах некоррелированы;

б) план, в котором входные факторы в опытах не связаны с выходным параметром;

в) план, в котором число «+» и «-» у каждого фактора совпадают.

**90. Что такое полный факторный эксперимент?**

- а) план, в котором использованы все комбинации уровней факторов;
- б) план, в котором нет повторяющихся комбинаций опытов;
- в) план, в котором строго задано число опытов.

**91. Что такое остаточная дисперсия?**

- а) квадратичная величина разности экспериментальных и прогнозируемых значений выходного параметра (например, прибыли);
- б) квадратичная величина разности экспериментальных значений выходного параметра от среднего значения.

**92. Как проверить значимость коэффициента регрессии?**

- а) с помощью критерия Фишера;
- б) с помощью критерия Пирсона;
- в) с помощью критерия Стьюдента.

**93. Нужна ли математическая модель при решении задачи поиска экстремума экспериментальным путем?**

- а) не нужна;
- б) нужна;

**94. Работает ли последовательный симплекс-метод в условиях больших ошибок измерений и дрейфа координат оптимума в факторном пространстве?**

- а) нет;
- б) да.

**95. Можно ли построить многомерную математическую модель, применяя технологию построения линий тренда в Excel?**

- а) да;
- б) нет.

**Вопросы для подготовки к экзамену**

1. Системный подход.
2. Типы системных представлений об объекте исследования.
3. Классификация факторов, характеризующих объект исследования.
4. Понятие управления. Специфика регулирования и контроля.
5. Понятие системы управления (СУ). Признаки организованности СУ.
6. Понятие проблемы в ИСУ. Факторы, приводящие к появлению проблем.
7. Статика и динамика организации.
8. Этапы разработки концепции ИСУ.
9. Классификация целей исследования.
10. Этапы исследования объекта управления.
11. Комплексный подход при исследовании СУ.
12. Интеграционный подход при исследовании СУ.
13. Ситуационный подход при исследовании СУ.
14. Источники получения сведений о деятельности организации.
15. Функциональные зоны обследования организации.
16. Классификация методов исследования СУ.
17. Качественные методы исследования СУ.
18. Количественные методы исследования СУ.
19. Метод типа «Дельфи».

20. Метод типа дерева целей.
21. Морфологический метод.
22. Сетевой метод.
23. Метод имитационного динамического моделирования.
24. Метод Монте-Карло.
25. Исследование и проектирование целей управления.
26. Исследование и проектирование функций управления.
27. Исследование и проектирование структур управления.
28. Исследование и проектирование управленческих решений.
29. Требования к экспертам, проводящим исследование СУ.
30. Шкалы оценивания, применяемые при экспертизе.
31. Порядок и этапы построения математических моделей.
32. Предварительное изучение объекта исследования. Классификация факторов.
33. Априорное ранжирование факторов. Коэффициент конкордации. Диаграмма рангов.
34. Ошибки измерения факторов. Использование критерия Стьюдента для фильтрации данных.
35. Одномерный и многомерный регрессионный анализ.
36. Статистический анализ регрессионной модели.
37. Практическое применение регрессионных моделей в практике менеджера.
38. Полный факторный эксперимент. Генерация плана. Свойства плана.
39. Критерий Кохрена при оценке воспроизводимости эксперимента.
40. Проведение полного факторного эксперимента на реальном объекте.
41. Алгоритм обработки результатов полного факторного эксперимента.
42. Дробный факторный эксперимент. Генерация плана эксперимента.
43. Оценка значимости коэффициентов уравнения регрессии.
44. Адекватность математической модели по критерию Фишера.
45. Классификация методов планирования экспериментов для проведения исследований и поиска оптимума.
46. Центральное композиционное планирование. Основные параметры ОЦКП и правила генерирования плана.
47. Графические методы представления математических моделей.
48. Порядок построения линейной матмодели с использованием EXCEL.
49. Порядок построения нелинейной матмодели с использованием EXCEL.
50. Метод Зайделя – Гаусса.
51. Метод случайного поиска.
52. Достоинства и недостатки метода Зайделя – Гаусса в сопоставлении с методом случайного поиска.
53. Симплекс – метод поиска оптимума.
54. Метод градиента при поиске оптимума.
55. Достоинства и недостатки метода градиента в сопоставлении с симплекс-методом.

56. Правила работы с пакетом «Анализ данных» при построении математической модели.

57. Ошибки регистрации данных при решении задач моделирования работы объекта исследования и методы борьбы с ними.

58. Математическая запись оптимизационных задач в практике менеджера.

59. Поиск оптимальных маркетинговых решений в условиях больших «шумов».

60. Поиск оптимальных маркетинговых решений в условиях большого числа факторов.

61. Интерпретация математических моделей при решении практических задач исследования и оптимизации.

62. Оптимизация в условиях временного дрейфа.

63. Практическое использование математических моделей менеджером.

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная:

1. Алексеев С.И. Исследование систем управления: учеб. пособие – М.: МЭСИ, 2007.
2. Глушенко В.В., Глущенко И.И. Исследование систем управления: социологические, экономические, прогнозные, плановые, экспериментальные исследования. – Железнодорожный: ООО НПЦ «Крылья», 2006.
3. Игнатьева А.В., Максимцов М.М. Исследование систем управления. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2008.

### Дополнительная:

1. Анфилатов В.С., Емельянов А.А., Кукушкин А.А. Системный анализ в управлении / под ред. А.А. Емельянова. – М.: Финансы и статистика, 2006.
2. Глушенко В.В., Глущенко И.И. Исследование систем управления: социологические, экономические, прогнозные, плановые, экспериментальные исследования. – Железнодорожный, Моск. обл.: ООО НПЦ «Крылья», 2008.
3. Игнатьева А.В., Максимцов М.М. Исследование систем управления. – М.: ЮНИТИ, 2007.
4. Коротков Э.М. Исследование систем управления. – М.: ДеКА, 2007.
6. Мишин В.М. Исследование систем управления. – М.: Юнити, 2007.
7. Мишин В.М. Исследование систем управления. – М.: Юнити, 2008.
8. Ползунова Н.Н., Краев В.Н. Исследование систем управления – М.: Академический Проект, 2007.
9. Ременников В.Б. Разработка управленческого решения: учеб. пособие. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2006.
10. Ременников В.Б. Разработка управленческого решения: учеб. пособие. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2008.
11. Смолкши А.М. Менеджмент: основы организации. – М.: ИНФРА-М, 2007.
12. Трояновский В.М. Математическое моделирование в менеджменте. – М.: Изд-во РДЛ, 2007. – 256 с.
13. Управление организацией / под ред. А.Г. Поршнева, З.П. Румянцевой, Н.А. Саломатина. – М.: ИНФРА-М, 2006.

# ПРИЛОЖЕНИЕ

## Глоссарий

**Адекватность** – соответствие модели целям исследования по уровню сложности и организации, а также соответствие реальной системе относительно выбранного множества свойств.

**Дерево решений** – это графическое изображение последовательности решений и состояний среды с указанием соответствующих вероятностей и выигрышей для любых комбинаций альтернатив и состояний среды.

**Дерево целей** – использование иерархической структуры, полученной путем разделения общей цели на подцели, а их, в свою очередь, на более детальные составляющие – новые подцели, функции и т.д.

**Дискретная управляемая система** – это система, в которой на вход хотя бы одной подсистемы (компоненты или звена) подается дискретный сигнал.

**Задача анализа** – нахождение различного рода свойств системы или среды, окружающей систему.

**Задача декомпозиции** – представление системы в виде подсистем, состоящих из более мелких элементов.

**Интерполирование** – это представление некоторой функции известного или неизвестного вида, ряд значений которой при определенных значениях независимой переменной задан при помощи другой, более простой функции.

**Качество** – совокупность существенных свойств объекта, обуславливающих его пригодность для использования по назначению.

**Критерий эффективности** – обобщенный показатель и правило выбора лучшей системы (лучшего решения).

**Лицо, принимающее решение (ЛПР)**, – индивидуум или группа индивидуумов, имеющих право принимать окончательные решения по выбору одного из нескольких управляющих воздействий.

**Метод Монте-Карло** – численный метод, который применяется для моделирования случайных величин и функций, вероятностные характеристики которых совпадают с решениями аналитических задач.

**Метод морфологического ящика** – состоит в определении всех «мыслимых» параметров, от которых может зависеть решение проблемы, и представлении их в виде матриц-строк, а затем в определении в этом морфологическом матрице-ящике всех возможных сочетаний параметров по одному из каждой строки.

**Моделирование** – процесс исследования реальной системы, включающий построение модели, изучение ее свойств и перенос полученных сведений на моделируемую систему.

**Модель** – это объект, который имеет сходство в некоторых отношениях с прототипом и служит средством описания и/или объяснения, и/или прогнозирования поведения прототипа.

**Непосредственная оценка** – присваивание объектам числовых значений в шкале интервалов.

**Парное сравнение** – процедура установления предпочтения объектов при сравнении всех возможных пар.

**Подсистема** – часть системы, выделенная по определенному признаку, обладающая некоторой самостоятельностью и допускающая разложение на элементы в рамках данного рассмотрения.

**Принцип децентрализации** – Сочетание в сложных системах централизованного и децентрализованного управления.

**Принцип единства** – Совместное рассмотрение системы как целого и как совокупности частей (элементов).

**Принцип иерархии** – полезное введение иерархии частей и их ранжирование.

**Принцип измерения** – о качестве функционирования какой-либо системы можно судить только с точки зрения системы более высокого порядка.

**Принцип конечной цели** – абсолютный приоритет конечной (глобальной) цели.

**Принцип модульного построения** – полезное выделение модулей в системе и рассмотрение ее как совокупности модулей.

**Принцип неопределенности** – учет неопределенностей и случайностей в системе.

**Принцип развития** – учет изменяемости системы, ее способности к развитию, адаптации, расширению, замене частей, накоплению информации.

**Принцип связности** – рассмотрение любой части совместно с ее окружением.

**Принцип функциональности** – совместное рассмотрение структуры и функции с приоритетом функции над структурой.

**Принцип эквивиальности** – система может достигнуть требуемого конечного состояния, не зависящего от времени и определяемого исключительно собственными характеристиками системы при различных начальных условиях и различными путями.

**Проблема** – несоответствие между существующим и требуемым (целевым) состоянием системы при данном состоянии среды в рассматриваемый момент времени.

**Прогноз** – это научно обоснованное суждение о возможных состояниях системы в будущем и/или об альтернативных путях достижения целевого состояния и сроках их осуществления.

**Ранжирование** – процедура упорядочения объектов, выполняемая экспертом.

**Робастность** – способность сохранять частичную работоспособность (эффективность) при отказе отдельных элементов или подсистем.

**Руководство** – это управление чужой работой в организационных, социальных, экономических системах.

**Свойства** – это то, что проявляется только при взаимодействии с другими объектами или элементами одного объекта между собой. Они могут быть представлены в виде закона функционирования элемента.

**Связь** – вид отношений между элементами, который проявляется как некоторый обмен (взаимодействие).

**Система** – совокупность элементов и связей между ними, обладающая определенной целостностью.

**Системный анализ** – методология решения проблем, основанная на структуризации систем и количественном сравнении альтернатив.

**Ситуация** – совокупность состояний системы и среды в один и тот же момент времени.

**Сложная система** – характеризуются тремя основными признаками: свойством робастности, наличием неоднородных связей и эмерджентностью.

**Совместимость** – возможность взаимодействовать с другими комплексами на основе развитых интерфейсов для обмена данными с прикладными задачами в других системах.

**Способность** – качество системы, определяющее ее возможности по достижению требуемого результата на основе имеющихся ресурсов за определенное время.

**Структура** – совокупность образующих систему элементов и связей между ними.

**Управление** – процесс формирования целенаправленного поведения системы посредством информационных воздействий, вырабатываемых человеком (группой людей) или устройством.

**Управляемость** – способность системы переходить за конечное (заданное) время в требуемое состояние под влиянием управляющих воздействий.

**Функция организации** – заключается в установлении постоянных и временных связей между всеми элементами системы, определении порядка и условий их функционирования.

**Функция прогнозирования** – это средство снятия неопределенности относительно возможной структуры, свойств или закона функционирования системы в будущем.

**Функция управления** – устойчивая упорядоченная совокупность операций, основанная на разделении труда в управляющей системе.

**Цель** – ситуация или область ситуаций, которая должна быть достигнута при функционировании системы за определенный промежуток времени.

**Ценность информации** – это изменение вероятности достижения цели при получении дополнительной информации.

**Эвристика** – это метод решения задач, основанный на неформальных правилах опытных специалистов, обеспечивающий уменьшение объема вычислений, или получение результата, когда алгоритмические методы бесполезны.

*Учебное издание*

**ПОРСЕВ Александр Александрович**

# **ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ**

Корректор *Орлова М.Л.*  
Технический редактор  
Компьютерная верстка

Подписано в печать . Формат .  
Бумага офсетная. Гарнитура New Roman. Печать .  
Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 100 экз. Заказ № .

---