

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ**

**ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кудин А.И.  
Шевченко В.А.

**Конспект лекций**  
по дисциплине "Основы системного анализа"  
по направлению подготовки 6.060101 строительство  
для иностранных студентов

Харьков 2017

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ**

**ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кудин А.И.  
Шевченко В.О.

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ**  
по дисциплине "**Основы системного анализа**"  
по направлению подготовки 6.060101 «Строительство»  
для иностранных студентов

Утверждено методическим  
советом университета  
протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2017г.

Харьков 2017

Составители: Кудин А.И.  
Шевченко В.А.

Кафедра інформатики и прикладной математики

Харьков 2017

## Содержание

Лекция № 1 История возникновения системного анализа и концепция развития. Основные системные принципы .....	4
Лекция № 2 Основные понятия системного анализа .....	9
Лекция № 3 Краткие сведения из теории множеств.....	17
Лекция №4 Основные задачи, методы и этапы системного анализа.....	20
Лекция № 5 Моделирование систем.....	29
Лекция № 6 Способы описания моделей систем .....	36
Лекция № 7 Основные этапы процесса отыскания оптимальных решений .....	41
Лекция № 8 Системный анализ компаний.....	47
Литература.....	57

## **Лекция № 1**

### **Тема: ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА И КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ. ОСНОВНЫЕ СИСТЕМНЫЕ ПРИНЦИПЫ**

**Цель:** Ознакомиться с назначением дисциплины, требованиями к студентам при изучении дисциплины, основными понятиями.

#### **План**

Вступление

1.1 Краткая история возникновения и развития системного анализа

1.2 Концепция современного развития системного подхода

1.3 Основная совокупность системных принципов

#### **ВСТУПЛЕНИЕ**

Дисциплина "Основы системного анализа" включает -16 часов лекций (Лк); 8 часов лабораторных работ (ЛР) две ЛР. В результате изучения дисциплины выставляется интегрированный зачет. По результатам выполнения и защиты лабораторных работ средний балл за ЛР и общий балл сдачи теста по теоретическому материалу лекций.

Полученный результат является оценкой по зачету.

Возникновение прикладной науки "Системный анализ" является объективной необходимостью для людей познавать мир, который нас окружает. Элементы системного мировоззрения возникли еще в античном мире. На протяжении всей истории развития науки, образования, и культуры в целом понятия системы менялось, С, развивалось. Особое внимание понятию системы и развития системного анализа как науки было уделено в конце восемнадцатого и на протяжении двадцатого века в связи с быстрым развитием научных и технических средств, которые позволили человечеству воздействовать на окружающую среду и планету в целом, что иногда приводит к непредвиденным последствиям. Системный анализ дает человечеству возможность сохранить себя и планету от неосмотрительных решений и катастроф.

#### **1.1 Краткая история возникновения и развития системного анализа**

Понятие "системный анализ", "системный подход", "Системное исследование" включают ключевое слово система.

Система (от греческого systema – целое, составленное из частей, соединенное) – множество элементов, которые находятся (пребывают) в отношениях и связях друг с другом, образуя определенную целостность, единство и взаимодействующих так, чтобы обеспечить достижение определенной цели (решение задачи) [1].

Сначала слово "система" было связано с формами социально-исторического бытия. Лишь позднее принцип порядка, идея упорядочения переносятся на Вселенную.

Изменение значения слова система проходило постепенно и первым, кто сделал это, был Демокрит (460 – 360 г. к н.е.), древнегреческий философ, один из основоположников материалистического атомизма. Весь мир, все тела, согласно этой концепции, состоят из атомов (atomos - неделимый)



Образование сложных тел из атомов он проводит аналогией образование слов из слогов и слогов из букв. Сравнение неделимых форм (атомов с буквами, а тел со словами) – один из первых этапов формирования научно-философского понятия, которое владеет обобщенным универсальным значением.

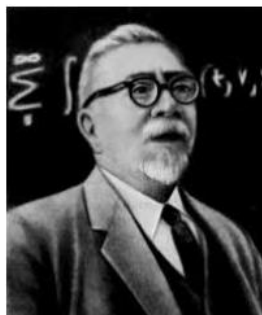
На следующем этапе происходит дальнейшая универсализация значения слова система, наделение его высшим обобщенным значением, что позволяет применять его, как к физическим, и к искусственным объектам и живым организмам. Например система кровообращения человека, солнечная система, система питания автомобиля топливом, система сопряжения автомобильных дорог городов харьковской области.



Попытки разработать общие принципы системного подхода были предприняты врачом, философом и экономистом А.А. Богдановым (1873 – 1928) в работе "Всеобщая организационная наука (тектология)" изданной в 1925 г. Москве (3-е изд. М.; Л., 1925 – 1929. Ч. 1 – 3).

Тектология (греч. – "строитель") – весьма оригинальная общенаучная концепция, исторически первый развернутый вариант общей теории систем (ОТС). (настоящая фамилия —

Малиновский, другие псевдонимы — Вернер, Максимов, Рядовой; проведенные уже в наши дни, сравнения показали, что важные идеи и принципы кибернетики, сформулированные Норбертом Винером и особенно Ульямом Росс Эшби, значительно раньше, хотя и в несколько иной форме, были выражены Богдановым.



Норберт Винер (1894-1964) — американский[en] математик. В своем фундаментальном труде «Кибернетика» (1948 год) сформулировал основные ее положения. Знак зодиака — Стрелец.

Вместе с Клодом Шенноном Винер заложил основы современной теории информации (кстати, слово «бит» это их придумка).



Клод Элвуд Шеннон — американский инженер, криптоаналитик и математик. Считается «отцом информационного века». Является основателем теории информации, нашедшей применение в современных высокотехнологических системах связи. Родился 30 апреля 1916 г., Петоски, Мичиган, США. Умер 24 февраля 2001 г., Медфорд, Массачусетс, США. Википедия



Эшби (Ashby) Уильям Росс (г. 6.4.1903, Лондон), английский психиатр, специалист по кибернетике. Окончил Кембриджский университет; с 1930 работал психиатром. В 1959-60 директор Берденского неврологического института в Бристоле. С 1960 проф. кибернетики и психиатрии Иллинойского университета (Эрбана, США). Основные труды по проблемам исследования мозга, принципам самоорганизации, адаптивным процессам. Э. принадлежит изобретение гомеостата (1948).

Гомеостат (от  $\delta\mu\omicron\iota\varsigma$  — одинаковый, подобный и  $\sigma\tau\acute{\alpha}\sigma\iota\varsigma$  — состояние, неподвижность) — самоорганизующаяся система, моделирующая способность живых организмов поддерживать некоторые величины (например, температуру тела) в физиологически допустимых пределах (см. Гомеостаз).



Общая теория систем была разработана Австрийским биологом и философом Л. фон Берталанфи (1901 – 1972) он первым из западных ученых разработал концепцию организма как открытой системы и сформулировал программу построения Общей теории систем (ОТС). В своей теории он обобщил принципы целостности, организации, эквіфінальності (достижения системой одного и того же конечного состояния при различных начальных условиях) и изоморфизма (одинакового представления).

Л. фон Берталанфи более четко сформулировал идею построения общей теории систем, не зависимо от их природы (1950 г.).

Основоположниками системного подхода являются: Л. фон Берталанфи, А.А. Богданов, Г. Саймон, П. Друкер, А. Чандлер.

На западе идеи теории систем развивали такие ученые, как: Леонтьев, Г. Акофф, А. Ланге, Н. Месарович, Г. Мертон, Т. Парсонс, В. Рус Эшбі. В Союзе советских социалистических республик (СССР), в 60 – 70-е годы проблемами исследованиями занимались: В.Г. Афанасьев, В.М. Глушков, П. Кузьмин, Ю.Г. Марков, И.Бы. Новик, Л.А. Петрушенко, В.Н. Садовский, Н.И. Сетров, В.С. Тютін, А.И. Уемов, Е.Г. Юдин и др. Усилиями этих ученых была развита концепция современного развития системного подхода и разработана основная совокупность системных принципов.

## 1.2 Концепция современного развития системного подхода

Развитие современного системного подхода определен в трех направлениях:

- 1 - системологии как теории технических систем (ТС);
- 2 - системотехники как практики;
- 3 - системного анализа как методологии.

**Системология** - (от греч. σύστημα — целое, системное как функционально неделимое, сложное-составленное из частей; логос (греческое λόγος — «слово», «мысль», «содержательность», «понятие», - как наука) - теория сложных систем; фундаментальная инженерная наука, устанавливающая общие законы потенциальной эффективности сложных материальных систем как технической, так и биологической природы

**Системотехника как практика** — инженерная дисциплина, появившаяся как аналог системной инженерии (англ. Systems Engineering) – направление науки и техники, который включает проектирование, создание, исследование и эксплуатацию сложных систем технического и социально-технического характера.

**Системный анализ как методология** - это научный метод познания, представляющий собой последовательность действий по установлению структурных связей между переменными или элементами исследуемой системы. Опирается на комплекс общенаучных, экспериментальных, естественнонаучных, статистических, математических методов.

## 1.3 Основная совокупность системных принципов

**Целостность** - позволяет рассматривать одновременно систему как единое целое и в то же время как подсистему для систем высших уровней.

**Иерархичность строения** - означая наличие множества (по крайней мере, двух) элементов, расположенных на основе подчинения элементов низшего уровня элементам высшего уровня. Реализация этого принципа хорошо видна на примере любой конкретной организации. Как известно, любая организация является взаимодействием двух подсистем: управляющей и управляемой. Одна подчиняется другой.

**Структуризация**, позволяющая анализировать элементы системы и их взаимосвязи в рамках конкретной организационной структуры. Как правило, процесс функционирования системы обусловлен не столько свойствами ее отдельных элементов, сколько свойствами самой структуры.

**Множественность**, позволяющая использовать множество кибернетических, экономических и математических моделей для описания отдельных элементов и системы в целом.

**Системность** – свойство объекта обладать всеми признаками системы.



Термины теория систем и системный анализ, несмотря на период более 60 лет их использования, все еще не нашли общепринятого стандартного толкования.

Предложенные варианты общих системных концепций строятся на разных предпосылках и отличаются разнообразием используемых средств. Именно факт выдвижения этих концепций превратил системный подход на научную реальность. Отсутствие единой общепринятой теории систем не препятствует использовать системный подход как научную реальность.

Вывод из истории возникновения и развития системного анализа – для возникновения и развития системных теорий и понятий были объективные причины: такие теории не могли не возникнуть, они и сегодня развиваются, и мы являемся свидетелями следующего этапа их развития [2].

### **1.4 Вопросы для самоконтроля**

1. В каком направлении менялось понятие значения слова система?
2. Что понимают под понятием целое в конце 19-го века?
3. Кем были сделаны первые попытки разработать общие принципы системного подхода?
4. Кто первым сформулировал программу построения общей теории систем (ОТС)?
5. Какие свойства систем относятся к основной совокупности системных принципов?
6. Что относится к совокупности системных принципов?
7. Какой принцип определяет рассмотрение системы как совокупности подсистем?
8. Какой принцип постулирует учет динамичности системы, ее способности к развитию?
9. Какой системный принцип позволяет анализировать элементы системы и их взаимосвязи в рамках конкретной организационной структуры?
10. Какой системный принцип позволяет использовать множество кибернетических, экономических и математических моделей для описания отдельных элементов и системы в целом?
11. Какой системный принцип позволяет рассматривать одновременно систему как единое целое и в то же время как подсистему для систем высших уровней?

## Лекция №2

### Тема: ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

**Цель:** Изучить основные понятия и термины системного анализа, классификацию систем и их свойства.

#### План

Вступление

2.1 Основные термины и определения.

2.2 Элементы систем. Состояние систем

2.3 Классификация систем

2.4 Свойства систем

#### 2.1 Основные термины и определения

Системный анализ – это совокупность методов исследования процессов функционирования сложных систем на основе моделирования и направленных на повышение их эффективности (совершенствование).

Системный анализ использует системный подход для изучения объектов, явлений и процессов большой степени сложности.

**Системный подход** – направление методологии исследования, который реализует на практике принципы целостности рассмотрения явлений и процессов во всей их сложности, взаимосвязи и взаимообусловленности их развития.

**Система** – (греч. systema – составленное из частей, соединенное) - это совокупность (цельная множество) объектов (элементов), связанных между собой определенными отношениями и взаимодействующих таким образом, чтобы обеспечить достижение определенной цели (решение задачи).

Это не является окончательным определением понятия системы. В научной литературе есть много определений понятия системы, относящихся как к общим, так и к конкретным системам различных видов [3, 4, 5, 6, 7, 8] Например, система орудия обработки почвы, система транспортных средств перевозки пассажиров, система взглядов, система векторов, система кровообращения человека и т.п.

#### 2.2 Элементы систем. Состояние систем

**Элемент** – это простейшая неделимая часть системы, а его свойства определяются конкретной задачей. Элемент всегда связан с самой системой. Элемент сложной системы может быть в свою очередь сложной системой в другой задаче.

**Подсистема** – это часть системы, которая состоит из объединения элементов, но по масштабу меньше, чем система в целом.

Очень часто для простоты систему определяют как комплекс функционально взаимосвязанных элементов.

Из определения системы получается, что ее обязательными компонентами являются элементы (объекты) и связи между ними. Процесс разделения системы на элементы (объекты, подсистемы) и само понятие элемента (объекта, подсистемы) весьма условны и относительны, поскольку любой элемент в свою очередь можно рассматривать как совокупность других элементов. Например, система перевозки пассажиров в городе, как ее подсистемы можно рассматривать: автобусная система перевозки пассажиров, трамвайная система перевозки пассажиров, система безопасности перевозки пассажиров на автотранспорте и т.д., которые в свою очередь выступая как системы, будут состоять из своих подсистем.

Поскольку все элементы, из которых состоит система определенным образом взаиморасположены и взаимосвязаны, то можно говорить о структуре системы.

**Структура системы** – это изображение элементов и связей между ними. Могут рассматриваться различные типы структур: функциональная, техническая, технологическая, информационная, организационная структура, управленческая и др. Предполагается, что система имеет два и более уровней управления. Любая система имеет иерархическую структуру управления, то есть ряд звеньев, расположенных от низших к высшим в порядке подчиненности. Например: организационная структура Харьковского национального автодорожного университета приведена на рис. 1.1.

**Связь** показывает взаимодействие элементов системы между собой и внешней средой. Здесь используются обобщенные оценки, например, связи направленные или ненаправленные, сильные или слабые, положительные или отрицательные. Связь однозначно характеризует структуру системы.

При анализе тех или иных конкретных систем оказывается достаточным выделение ограниченного числа ступеней иерархии. При этом системы низшего уровня являются подсистемами более высокого уровня и т.д., вплоть до так называемой суперсистемы, что находится на самой верхней ступени иерархической структуры. Например, экономическая система страны – суперсистема.

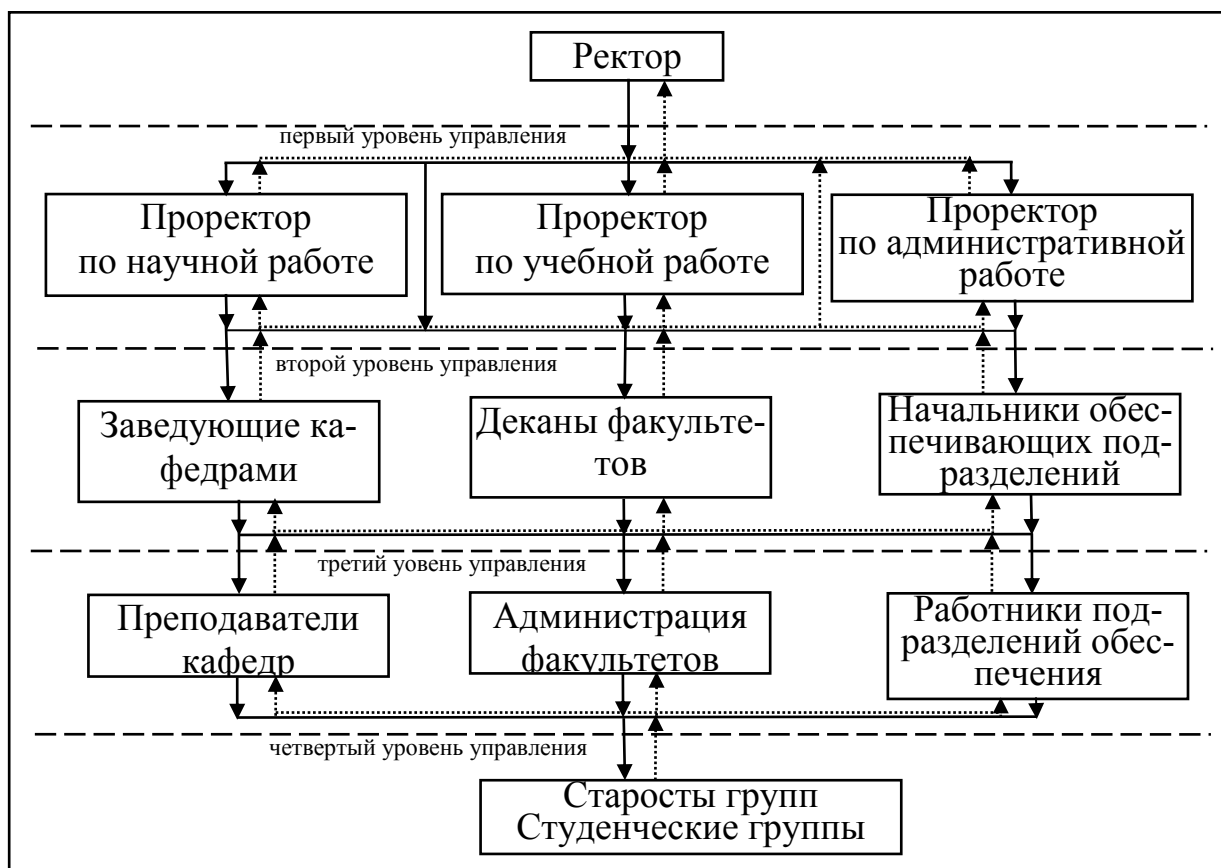


Рисунок 2.1 - Организационная структура ХНАДУ

Как известно, современное производство характеризуется специализацией отдельных его частей, разделением труда и функций между подсистемами. И очень часто цель и задачи одного подразделения могут противоречить или входить в конфликт с целью и задачами подразделения. Например: при определении оптимальной прибыли от перевозок пассажиров для автотранспортного предприятия плановый отдел будет стремиться к проведению сокращений расходов; отдел снабжения - к увеличению закупок запчастей с целью ускорения ремонта автотранспорта, что приводит к увеличению затрат.

В этих условиях основным научным принципом анализа и синтеза больших систем становится системный подход, который заключается во взаимосвязанном рассмотрении всех элементов (подсистем) и системы в целом и их влияния на конечный результат работы всей системы.

Таким образом, критерием выбора решения на любом из иерархических уровней является максимум эффекта для всей системы в целом (то есть системы высочайшего уровня, принятого к рассмотрению), а не для какой-либо отдельной части.

**Состояние** – это мгновенная оценка или фаза развития системы.

**Равновесие** – это определенное состояние системы, в котором она находится некоторый, или заданное время и в котором она выполняет свое функциональное назначение, несмотря на внешние или внутренние возмуще-

ния.

**Поведение системы** – это правила перехода из одного состояния в другое, или удержания равновесия при внешних или внутренних возмущениях (воздействиях).

## 2.3 Классификация систем

Классификация систем в системном анализе можно выполнить исходя из различных требований к самой системе или взаимодействия системы со средой, а также от поставленной цели самим исследователем относительно свойств системы, которые он хочет знать, или которые для него являются важными. При этом систему можно характеризовать одной или несколькими признаками.

Прежде всего можно определить классифицировать системы по сути ее создания (происхождению):

- **природные**, которые существуют как объективная действительность (неживая, живая природа, общество). Примеры систем – солнечная система, гряда гор, популяция животных, общество.

- **концептуальные**, или идеализированные системы, отражающие реальную действительность, объективный мир. Сюда относятся: научные теории, научные законы, литературные произведения и т.п., есть системы, которые с различной степенью отражают объективную реальность.

- **искусственные**, которые созданы человеком для достижения конкретной цели (технические или организационные).

При использовании системного анализа для задач синтеза и анализа систем используют такую классификацию систем:

- **видом объекта** – технические, биологические, организационные и другие;

- **научным направлением** – математические, физические, химические, информационные и проч.;

- **видом формализации** – детерминированные, стохастические;

- **взаимодействием с окружающей средой** – открытые и закрытые;

- **сложности структуры и поведения** – простые, большие, сложные;

- **степенью организованности** – хорошо организованные, плохо организованные (диффузные), с самоорганизацией;

- **развитием во времени** – статические и динамические.

По составу и структуре системы классифицируются **на простые, большие и сложные.**

### 2.3.1 Рассмотрим более детально некоторые понятия классификации систем

**Простая система** – это система, функционирование которой (в рамках конкретной задачи) можно исследовать как нечто целое, без разбиения ее на более мелкие подсистемы.

**Большая система** – это система, которую трудно исследовать без разбиения на более простые подсистемы. После такого разбиения функционирование подсистем можно исследовать практически независимо друг от друга.

**Сложная система** – это система, функционирование компонентов которой настолько взаимосвязано, что изолированное рассмотрение процессов их функционирования либо просто невозможен, либо приводит к ошибочным выводам.

Таким образом, **большими** и **сложными** называются системы с разветвленной структурой и значительным количеством взаимосвязанных и взаимодействующих элементов и большим количеством информационных связей.

**Открытые** – это системы, в которых процессы определяются влиянием внешней среды и сами оказывают на него существенное воздействие.

**Закрытые** – это системы, которые в процессе функционирования используют только ту информацию и материальные ресурсы, что вырабатывается внутри самой системы.

**Статические системы** – это системы с одним возможным состоянием.

**Динамические системы** – это системы с множеством состояний, в которых с течением времени происходит переход из одного состояния в другое. Практически все системы являются динамическими.

**Хорошо организованные системы** - это такие, для которых можно определить отдельные элементы, связи между ними, правила объединения в подсистемы и оценить связи между компонентами системы и ее целями. Такие системы могут описываться в виде математических зависимостей, которые связывают цель и средства ее достижения - критериев эффективности или оценкам функционирования. Решения задач анализа и синтеза в хорошо организованных системах осуществляется аналитическими методами. Примеры: солнечная система, описывающая наиболее существенные закономерности движения планет; описание работы электронного устройства с помощью системы уравнений, которые учитывают особенности работы; аналитические модели объектов управления и проч.

Для отображения исследуемого объекта в виде хорошо организованной системы выделяют наиболее существенные факторы и отбрасывают второстепенные. В хорошо организованных системах используется, в основном, количественная информация.

**Плохо организованные системы** – системы, в которых трудно определить отдельные элементы и связи между ними. Закономерности связей между элементами можно определить при получении статистических закономерностей и перенесению их на поведение системы с некоторыми показателями вероятности.

Характерным для этих систем является использование многокритериальных задач с многочисленными предположениями и ограничениями. Примеры: системы массового обслуживания, экономические и организационные системы.

В плохо организованных системах используется, в основном, качественная информация, в частности нечеткие множества.

С понятиями "хорошо организована" и "плохо организованная система" тесно связаны термины "хорошо определена" и "плохо определенная" система.

Эти системы могут называться также **детерминированными и стохастическими**.

**Детерминированные** – это системы, в которых переход из одного состояния в другое (то есть поведение системы) является определенной.

**Стохастические** – системы, в которых переход из одного состояния в другое (то есть поведение системы, или развитие) не является четко определенным и рассматривается как случайный процесс.

**Системы с самоорганизацией** – это системы, которые имеют четко определенную возможность адаптации к изменению условий работы. Примером системы с самоорганизацией для управления техническими объектами являются адаптивные системы с эталонными моделями или идентификатором, рассматривается в дисциплине "Теория автоматического управления".

В последние годы сформировалось новое направление прикладного системного анализа – **синергетика** (от греческого *synergos* – вместе действующие, физиол. мышцы, работающие вместе) - наука о общие процессы самоорганизации в сложных не равновесных структурах, которая выдвигает научные объяснения процессам неравновесной упорядоченности, например в экономической реальности. . Теоретические основы синергетики – термодинамика неравновесных процессов, теория случайных процессов, теория нелинейных колебаний и волн. Поведение элементов (подсистем) и системы в целом, существенным образом характеризуется спонтанностью — акты поведения не являются строго детерминированными.

Следует также выделить **социально – экономические системы** – комплексные структуры, состоящие из экономических, производственно-технических и социальных подсистем, они имеют разную цель (например: город, организация, предприятие), но являются очень важными для обеспечения жизнедеятельности людей.

## 2.4 Свойства систем

Чтобы определить объект как систему в окружающей среде необходимо, чтобы он отвечал таким характерным свойствам для системы:

- а) заданы связи, существующие между элементами системы;
- б) каждый из элементов внутри системы считается неделимым;
- в) с окружающей средой система взаимодействует как единое целое.

Одна из главных концепций системного анализа является поиск и использование соответствий между различными системами. Для поиска соответствий можно выделить группу свойств, характеризующих подобные системы [5,6]:

- сущность и сложность систем;
- связь систем с внешней средой;
- целенаправленность систем;
- параметры развития и функционирования систем.

Остановимся на важнейших свойствах систем [9].

**Целостность и делимость.** Система является, прежде всего, целостной совокупностью элементов. Это означает, что, с одной стороны, система – это целостное образование, а с другой – в ее составе отчетливо могут быть выделены отдельные целостные объекты (элементы). Но не компоненты образуют целое (систему), а наоборот, при разделении целого обнаруживают компоненты системы. **Первичность целого - главный постулат теории систем.**

**Неадетивность системы (эмерджентность).** Свойства системы хотя и зависят от свойств элементов, но не определяются ими полностью. Функционирование системы не может быть сведено к функционированию отдельных ее компонентов. Совокупное функционирование взаимосвязанных элементов системы порождает качественно новые функциональные свойства системы. Отсюда следует важный вывод: **система не сводится к простой совокупности элементов**; разделяя систему на части, исследуя каждую из них в отдельности, нельзя познать все свойства системы в целом. Это свойство еще называют системной, или **интегративной**.

**Иерархичность системы** – это сложность структуры системы, которая характеризуется такими показателями: количеством уровней иерархии управления системой, многообразием компонентов и связей, сложностью поведения и т. п. Иерархичность системы состоит в том, что систему можно рассматривать как элемент системы более высокого порядка (надсистемы), а ее элементы – как системы.

**Взаимозависимость между системой и внешней средой.** Система формирует и проявляет свои свойства при взаимодействии с внешней средой. Она развивается под влиянием внешней среды, но при этом пытается сохранить качественную определенность и свойства, обеспечивающие относительную устойчивость и адаптивность ее функционирования.



**Уровень самостоятельности и открытости системы** определяется такими показателями: количеством связей системы с внешней средой в среднем на один ее элемент или другой параметр; интенсивностью обмена информацией или ресурсами между системой и внешней средой; степени влияния других систем.

**Целеустремленность системы** означает наличие в ней цели.

**Надежность системы** (например, организации) характеризуется: бесперебойностью функционирования системы при выходе из строя одного из компонентов; финансовой устойчивостью и платежеспособностью организации; перспективности проводимой экономической, технической, социальной политики

**Размерность системы** – количество компонентов системы и связей между ними. Эти показатели характеризуют также сложность системы.

## 2.5 Вопросы для самоконтроля

1. Изображения элементов и связей между ними - это
2. Состояние системы это ...
3. Направление методологии исследования, реализующий на практике принципы целостности рассмотрения явлений и процессов во всей сложности, взаимосвязи и взаимообусловленности их развития - это ...
4. Определенный состояние системы, в котором она находится некоторый, или заданное время и в каком она выполняет свое функциональное назначение, несмотря на внешние или внутренние возмущения - это ...
5. Показывает взаимодействие элементов системы между собой и внешней се-Рэдо - это ...
6. Правила перехода из одного состояния в другое или удержания равновесия при внешних или внутренних возмущениях - это ...
7. Составляющая системы, состоящей из объединения элементов, но по масштабу меньше, чем система в целом - это ...
8. Совокупность объектов, связанных между собой определенными отношениями и взаимодействующих так, чтобы обеспечить достижение определенной цели - это ...
9. Как классифицируются системы с взаимодействием с окружающей средой?
10. Как классифицируются системы по виду объекта?
11. Как классифицируются системы по виду формализации?
12. Как классифицируются системы с научным направлением?
13. Как классифицируются системы с развитием во времени?
14. Как классифицируются системы по сложности структуры и поведения?
15. Как классифицируются системы по степени организованности?
16. Как классифицируются системы, по сути их создания?

17. Как называют системы с множеством состояний, в которых со временем осуществляется переход из одного состояния в другое?
18. Как называют системы с одним возможным состоянием?
19. Как называют системы, в которых процессы определяются влиянием внешней среды и сами оказывают на нее существенное воздействие?
20. Как называют системы, в которых переход из одного состояния в другое является определенным?
21. Как называют системы, в которых переход из одного состояния в другое не является четко определенным и рассматривается как случайный процесс?
22. Как называют системы, которые в процессе функционирования не взаимодействуют с окружающей средой?
23. Как называют системы, которые существуют как объективная действительность?
24. Как называют системы, которые созданы человеком для достижения конкретной цели?
25. Как называют систему, функционирование компонентов которой невозможно рассматривать изолированно, потому что это невозможно, или приводит к ошибочным выводам?
26. Как называют систему, функционирование которой можно исследовать как нечто целое, без разбивки ее на более мелкие подсистемы?
27. Как называют систему, которую трудно исследовать без разбивки ее на более простые подсистемы?

### **Лекция № 3**

#### **Тема: КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ МНОЖЕСТВ**

**Цель:** Ознакомиться с основными терминами и операциями над множествами.

#### **План**

Вступление

1. Понятие множества (Мн)
2. Способы задания Мн
3. Отношения между Мн
4. Операции над множествами

#### **3.1 Понятие множества**

Множеством называется совокупность (собрание, класс, семейство) объектов любой природы, называемых элементами.

Элементами множества могут быть: люди, реки, изделия, точки в про-

странстве и т.п.

Как правило, множества обозначаются прописными латинскими буквами: A, B, C, D, E, X, Y а элементы множеств (Mn) строчными a, b, c, d, e, x, y, ….

Если элемент “y” принадлежит Mn E , то это обозначается  $y \in E$ , не принадлежит  $y \notin E$ , пустое множество  $E = \emptyset$ .

Множества, элементами, которых есть числа, называются числовыми и обозначаются:

N-множества (Mn) всех натуральных чисел

C-Mn всех целых чисел

R-Mn рациональных чисел

D-Mn всех вещественных (действительных) чисел

### 3.2 Способы задания Mn

Mn может быть задано непосредственно перечислением его элементов:  
Например,  $A = \{2, 4, 6, 8\}$

Mn может быть задано указанием характерного (ограничительного) свойства.

Например, множество X, определяемое некоторым характеристическим свойством P обозначим следующим образом  $X = \{x \mid P\}$  (элементы Mn X обладают свойством P)

Эта запись означает, что множество «X» образуют те элементы (объекты) x, которые обладают свойством P.

Например,  $X = \{x \in D \mid x > 0\}$

### 3.3 Отношения между Mn

Подмножество-если все элементы Mn X является также элементами Mn Y, говорят, что X подмножество Mn Y и записывается  $X \subset Y$  или Mn Y включает Mn X  $Y \supset X$ .

Частным случаем включения является равенство. Два Mn является равными ( $=$ ), если они состоят из одних и тех же элементов  $X = Y$ , если  $X = \{a, b, c\}$  и  $Y = \{a, b, c\}$ .

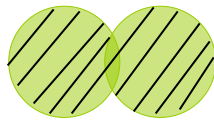
### 3.4 Операции над множествами

Объединение: A и B два произвольных Mn, объединением будет множество элементов принадлежащих либо A, либо B, либо как A так и B т.е.

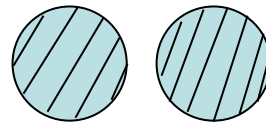
$$A \cup B = \{x \mid x \in A \text{ или } x \in B\}$$

Пример пусть  $A = \{a, b, c\}$ ;  $B = \{a, b, d, e\}$  Тогда  $A \cup B = \{a, b, c, d, e\}$

Наглядное представление дает так называемая диаграмма Эйлера-Венна на котором объединение заштриховано:

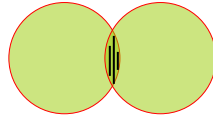


$A \cup B$

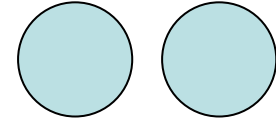


$B \cup A$

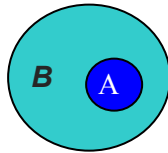
Пересечение обозначается  $A \cap B$ , называется множеством всех элементов принадлежащих как A так и B.



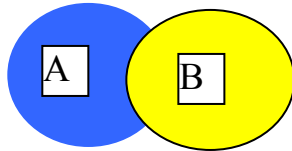
$A \cap B = \{x / x \in A \text{ и } x \in B\}$  диаграмма Эйлера-Венна.



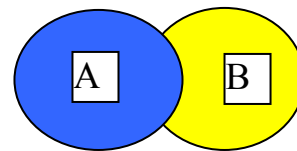
Очевидно, если  $A \cap B = \emptyset$ , то Mн не имеют общих элементов. С другой стороны, если  $A = A \cap B$ , может быть только тогда, когда  $A \subset B$  (B включает A).



Разность (вычитание) обозначается  $A \setminus B$  - называется Mн элементов A не принадлежащих B, т.е.  $A \setminus B = \{x \in A \text{ и } x \notin B\}$ , аналогично  $B \setminus A = \{x \in B \text{ и } x \notin A\}$ ,



$A \setminus B$



$B \setminus A$

Пример,  $A = \{a, c, z, w\}$   $B = \{a, y, w, t\}$  Тогда  $A \setminus B = \{c, z\}$ ,  $B \setminus A = \{y, t\}$

В тех случаях, когда рассматривается ряд A, B, C и все они являются подмножествами S, то S называется основным универсальным.

Если  $A \subset S$  то разность  $S \setminus A$  называется дополнением множества A до множества S и обозначается  $\overline{A}$ . Определение дополнения можно записать:

$$\overline{A} = \{x \mid x \in S \text{ и } x \notin A\}$$

Геометрически это можно интерпретировать следующим образом:

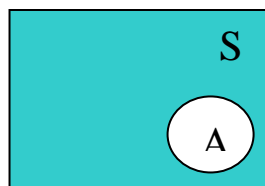



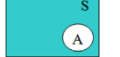


Рисунок 3.1 Геометрическая интерпретация дополнения множества A к множеству S и обозначается  $\overline{A}$

### 3.5 Вопросы для самоконтроля

1. Совокупность (объединение, класс, семейство) объектов любой природы, которые называют элементами - это ...
2. Множество элементов А, которые не принадлежат В, - это ...
3. Множество элементов В, не принадлежащие А, - это ...
4. Множество элементов, которые предстоит или А, или В, или как А, так и В - это ...
5. Множество всех элементов, принадлежащих как А, так и В-это ...
6. Какое выражение означает входение подмножества к множеству
7. Какое выражение означает дополнение к множеству?
8. Какое выражение означает объединение множеств?
9. Какое выражение означает пересечение множеств?
10. Какое выражение означает пустое множество?
11. Какое выражение означает принадлежность элемента множеству
12. Какое выражение означает разницу множеств?
13. Какую операцию иллюстрирует эта диаграмма? 
14. Какую операцию иллюстрирует эта диаграмма? 
15. Какие операции иллюстрирует эта диаграмма? 
16. Какие операции иллюстрирует эта диаграмма? 

### Лекция № 4

#### Тема: ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ, МЕТОДЫ И ЭТАПЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

**Цель:** Ознакомиться с основными задачами и методами системного анализа, назначению и методом построения дерева целей с задачей анализа и синтеза систем

#### План

- Введение
- 4. Основные задачи системного анализа
- 4.2 Основные методы и этапы системного анализа
- 4.3 Метод построения дерева целей
- 4.4 Анализ и синтез систем

#### 4.1 Основные задачи системного анализа

**Главная задача системных исследований** - поиск эффективных методов и средств исследования и управления объектами и их взаимодействия с внешней средой. К основным задачам, решаемым с помощью системного

анализа и теории систем, можно отнести следующие:

- выявление и четкое формулирование проблемы (задачи) в условиях неопределенности;
- определение или выбор оптимальной структуры систем;
- выявление цели функционирования и развития систем;
- изучение организации взаимодействия между подсистемами и элементами;
- учет влияния внешней среды;
- выбор оптимальных алгоритмов функционирования систем.

**Принципы системного подхода** - это положение общего характера на которые опирается общая теория систем и системный анализ.

Главными принципами системного подхода является **принцип системности** и **принцип изоморфизма**.

**Принцип системности** означает всеобщность взгляда на объекты, явления и процессы мира как на системы со всеми присущими системам закономерностями.

Этот принцип говорит о том, что необходимо исследовать собственно систему, ее подсистемы и элементы, а также рассматривать систему как элемент системы более высокого порядка.

**Принцип изоморфизма** постулирует наличие однозначного (изоморфизм) или частичной (гомоморфизм) соответствия структуры одной системы, структуре другой, позволяет моделировать одну систему с помощью другой, подобной в некотором отношении.

Оба эти принципа подчеркивают наличие общих системных закономерностей, но они не исключают специфики строения, функционирования и движения систем различных типов. Среди других важных принципов следует отметить следующие:

- **принцип конечной цели**: абсолютный приоритет конечной цели системы;

- **принцип иерархии**: полезно введение иерархии элементов и их ранжирования, полезное выделение модулей (подсистем) в системе и рассмотрение системы как совокупности подсистем;

- **принцип функциональности**: совместное рассмотрение структуры и функции системы с приоритетом функции над структурой;

- **принцип развития**: учет динамичности системы, ее способности к развитию, расширению, накопления информации, учета неопределенности и случайности при функционировании системы.

Итак, целью теории систем и системного анализа является отыскание принципов, общих для различных сложных объектов, на основе установления эмпирическими исследованиями их изоморфизма, функций и динамики.

## 4.2 Основные методы и этапы системного анализа

Методики системного анализа направлены на формализацию процесса исследования системы, процесса постановки и решения проблемы.

Общим для всех методик системного анализа является осмысление сути и основной цели жизнедеятельности системы, формирование вариантов представления системы (процесса решения задачи) и выбор лучшего варианта. Методы системного анализа объединяют: **математические методы, компьютерные технологии, теории автоматического управления, исследования операций**, что приводит к объективной необходимости привлекать знания из разных наук.

Для описания поведения систем используются методы **теории информации и принятия решений**. В теории систем традиционные математические методы (дифференциальные, интегральные уравнения и т.д.) не позволяют полностью описать реальные процессы в сложных системах, поэтому наряду с количественной информацией используется качественная информация, в частности, **теория нечетких множеств** - четко структурированные задачи, в которых используется только количественная информация, заменяются слабо структурированными или неструктурированными, вводится понятие **лингвистической переменной**.

**В общем виде системное исследование проблемы состоит из следующих этапов:**

- Формулирование проблемы;
- Выявление цели;
- Формулировка критериев;
- Определение имеющихся ресурсов для достижения цели;
- Генерация альтернатив и сценариев.

Системное исследование произвольной проблемы начинается с формулировки и описания проблемной ситуации. Формулировка проблемы осуществляется на вербальном (словесном) уровне и, как правило, достаточно расплывчатым.

Например, руководителя предприятия могут интересовать следующие проблемы: "Как повысить эффективность работы предприятия?", "Как увеличить объемы доходов?", "Какой выбрать инвестиционный проект?" тому подобное.

К произвольной проблеме необходимо относиться не как к изолированной, а как к комплексу взаимосвязанных проблем. Поэтому после обнаружения проблемы необходимо осуществить ее расширение до проблематики, то есть выявить другие проблемы, связанные с исследуемой и без учета которых она не может быть решена.

Для выявления и структуризации, трудных для понимания и нечетко сформулированных проблем, характеризующихся большим количеством и сложным характером взаимосвязей, применяется дерево анализа проблемы.

Дерево проблемы, как правило, включает следующие основные компоненты:

- Что необходимо исследовать и разработать? С каких элементов состоит система?
- Что решить поставленную задачу?
- Как система функционирует и как она взаимодействует с другими системами?

Для расширения проблемы необходимо рассматривать как над, так и подсистемы относительно системы, для которой сформулированы исходную проблему, с целью выявления основных факторов, влияющих на исследуемые процессы или систему, и определение отношений между ними. Эти первые этапы являются важными, поскольку правильное решение произвольной проблемы зависит, прежде всего от того, насколько правильно установлено, в чем на самом деле она состоит и в чем заключается ее сложность.

Для расширения проблематики при анализе организационных систем определяют перечень заинтересованных сторон, к которым относятся:

- Заказчика
- Лиц, принимающих решения;
- Участников (как активных - тех, чьи действия необходимы для решения проблемы, так и пассивных - тех, на ком используются последствия)
- Системных аналитиков (для минимизации их влияния на других заинтересованных лиц).

Каждая из заинтересованных сторон имеет свое видение проблемы и свое отношение к ней. Формирование проблематики заключается в определении того, какие изменения и почему хочет внести каждая из заинтересованных сторон.

На следующем этапе нужно определить цель, потому что как формализованные, так и слабо структурированные проблемы необходимо свести к такому виду, когда они становятся задачами отыскания соответствующих средств для достижения заданной цели. Когда речь идет о цели, то следует выяснить, чего мы на самом деле хотим.

### **4.3 Метод построения дерева целей**

На практике, как правило, существует несколько целей и поэтому важно, кроме определения главной цели, не упустить некоторые из существенных среди других. Для этого применяют метод построения дерева целей, (США 1957).

Под деревом целей понимают иерархическую древовидную структуру, которая получается делением общей цели на подцели, а их, в свою очередь, на более детальные составляющие, новые подцели, функции и т.

Если все эти элементы изобразить графически, то получим "дерево целей", возвращено "кроной" вниз (рис. 4.1). При этом главную цель размещают на высшем уровне.



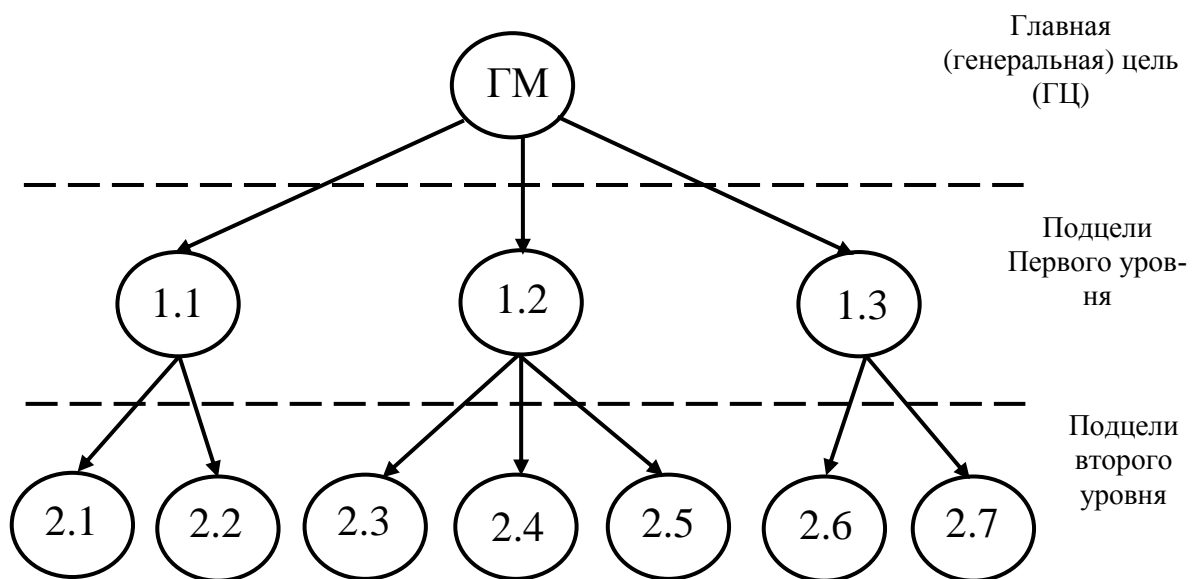


Рисунок 4.1 - Граф дерева целей

Преимуществом этого метода является то, что он дает возможность разделения сложной задачи, которое трудно формализовать, на совокупность простых задач, для решения которых существуют проверенные приемы и методы. Последовательное разделение решаемой проблемы на ее части - подпроблемы является важным этапом системного анализа проблем. Разделение продолжают до тех пор, пока не получают простые, привычные, очевидны задачи, которые можно решить известными методами.

Метод построения дерева целей представляет собой один из самых распространенных и эффективных способов анализа слабо структурированных задач, стоящих перед исследователем системы. Древовидные иерархические структуры используются и при исследовании и совершенствовании организационных структур.

Например, организация, которая строит дороги поставила себе цель - уменьшить расходы на строительство дорог это будет главная цель - ГЦ. Для этого ей необходимо рассмотреть несколько подцелей, которые могут способствовать достижению цели. Подцель первого уровня могут быть: 1.1 - уменьшение расходов на оплату труда; 1.2 - уменьшение затрат на приобретение материалов и технических средств; 1.3 - уменьшение затрат на проектные работы.

На втором уровне для достижения цели 1.1 можно определить следующие подцели: 2.1 - повысить производительность труда; 2.2 - нанимать менее квалифицированных рабочих. Затем для каждой подцели второго уровня осуществляется разделение на подцели третьего уровня и т. д. Пока не будут получены простые элементы, которые не могут быть далее разбиты на другие цели. Это только пример, чтобы можно было представить, как строится граф дерева целей.

При построении дерева целей необходимо, с одной стороны, проводить исследования целей заинтересованными в решении проблемы сторонами, а с другой - предусматривать возможность уточнения целей, их расширение или изменения. В этом заключается одна из главных причин итеративности системного анализа.

Итак, в рамках этого этапа исследователю нужно:

- четко определить цели, достижение которых способствует решению выявленной проблемы; выявить информацию о параметрах системы и внешней среды, которые необходимо учитывать;
- как будет решаться проблема.

Следует помнить, что выбор неправильных целей приведет не столько к решению существующей проблемы, сколько к возникновению новых проблем.

- определить совокупность **допущений** и **ограничений**, в рамках которых на следующем этапе необходимо определить **критерии** и **ограничения**.

**Процесс** - это превращение входа в выход. Управление системой связано с понятиями прямого и обратной связи и ограничениями.

**Ограничения** определяют условия функционирования системы и обеспечивают постоянное соответствие между выходом системы и требованиями к нему. Если заданные требования не выполняются, ограничения не пропускает его через себя. Ограничения, таким образом, играют роль согласования функционирования данной системы с целями потребителя.

**Критерии** - признаки, по которым проводится оценка соответствия функционирования системы желаемому результату (цели) при заданных ограничениях.

**Цель системы** - это представление некоторого наиболее предпочтительного состояния системы, которая позволяет решать задачи при данных ресурсах.

**Состоянием системы** называется совокупность свойств, которыми система владеет в каждый момент времени.

Под **критериям** понимают количественные показатели качественных целей, которые имеют точнее их характеризовать. Критерии должны как можно точнее соответствовать целям, хотя и не могут полностью совпадать с ними, поскольку они фиксируются в различных шкалах измерения:

**цели** - в номинальных, а критерии - в шкалах, предусматривающие упорядочение.

Наиболее распространенными и важными критериями при анализе эффективности функционирования экономических систем (например, предприятий) является прибыль, себестоимость продукции, объемы производства и сбыта, качество, надежность и конкурентоспособность продукции, эффективность управления и тому подобное.

При формировании критериев главным является не их количество, а то, насколько полно они характеризуют цель. Поэтому необходимо рассматри-

вать три взаимодействующие системы:

- систему, в которой существующая ситуация рассматривается как проблема;
- систему, в рамках которой можно эту проблему для ее решения;
- внешняя среда, в которой существуют и с которым взаимодействуют эти две системы.

Необходимо учитывать, что характер целей этих трех систем существенно отличается: для первой системы необходимо решить проблему, для второй главная цель заключается в решении проблемы с наименьшими затратами ресурсов, при этом необходимо учитывать влияние внешней среды.

#### 4.4 Анализ и синтез систем

В научных исследованиях большую роль играют методы анализа и синтеза.

Суть аналитического метода Декарт в XVII в. формулировал так: разбить задачу на столько частей, сколько необходимо для того, чтобы ее легко можно было решить.



**Рене Декарт** (фр. René Descartes; 31 марта 1596 - 11 февраля 1650, Стокгольм) - французский философ, физик, физиолог, математик, основоположник аналитической геометрии. В математике Декарт ввел Декартову систему координат, дал понятия переменной величины и функции, ввел много алгебраических обозначений. В физике он сформулировал закон сохранения количества движения, ввел понятие импульса силы.

Успешность и значение анализа заключается не только в том, что целое можно разложить на достаточно простые части, но и в том, что, объединяя, синтезируя, можно создать целое.

**Анализ** - метод исследования, который включает изучение объекта путем мысленного расчленения его на составные элементы (части объекта, его признаки, свойства, отношения). Каждая из выделенных частей анализируется отдельно в рамках единого целого с последующим определением статических и динамических характеристик ее элементов, рассматриваемых во взаимодействии с другими элементами системы и внешней средой. Например, анализ производительности труда рабочих проводится по предприятию в целом и по каждому подразделению.

**Синтез** системы заключается в объединении частей в целое ее создании (проектировании, организации, оптимизации) путем определения статических и динамических характеристик, которые должны обеспечивать в совокупности максимальное соответствие системы поставленной задаче.

Операции разделения целого на части и их соединения в целое называ-

ют соответственно **декомпозицией** и **агрегированием**.

При использовании декомпозиции задача делится на подзадачи, система - на подсистемы, цели - на подцели и тому подобное.

**Декомпозиция** - это научный метод, использующий структуру системы, позволяющей заменить решение одной большой задачи решением серии меньших задач, пусть и взаимосвязанных, но более простых. Декомпозиция, как процесс расчленения, позволяет рассматривать любую изучаемую систему как сложную, состоящую из отдельных взаимосвязанных подсистем, которые, в свою очередь, также могут быть расчленены на части. В качестве систем могут выступать не только материальные объекты, но и процессы, явления и понятия.

**Декомпозиция** - это представление системы в виде объединения простых элементов, каждый из которых выполняет свои функции в данной системе и которые сравнительно легко можно описать или представить.

Операция декомпозиции представляется как сопоставление объекта анализа с некоторой моделью, как выделение того, что соответствует элементам модели системы взятой за основу при синтезе системы.

То есть мы можем утверждать, что основой декомпозиции является модель системы. Поэтому полная декомпозиция зависит от завершенности модели, ее полноты.

**Агрегирование** - операция обратная декомпозиции, заключается в объединении некоторой части элементов в целое, которое называется агрегатом. Агрегирования дает возможность превращать совокупность отдельных элементов системы в систему с заданной структурой и функциями или функцией, а также при моделировании систем отображать и превращать сложную модель системы в более простую или многомерную модель - в модель меньшей размерности.

Рассмотрим главные задачи, решаемые с помощью анализа и синтеза систем [11].

На этапе декомпозиции системы осуществляется:

- определение и декомпозиция общей цели исследования и главной функции системы как ограничение в пространстве состояний системы или в области допустимых ситуаций. Чаще всего декомпозиции выполняют построением дерева целей и дерева функций; выделение системы из среды (разделение на "систему" и "не систему"); описание влиятельных факторов; описание тенденций развития; описание системы как "черного ящика"; функциональная (по функциям); компонентная (по типу элементов); структурная (по типу отношений между элементами) декомпозиция системы.

Глубина декомпозиции - количество уровней дерева целей - определяется целью исследования системы. Анализ и синтез систем могут осуществляться в следующих аспектах:

- структурном; функциональном; информационном; - параметрическом.

**Структурный анализ** проводится с целью исследования статических

характеристик системы выделением в ней подсистем и элементов различного уровня и связей между ними. То есть объектами исследования структурного анализа являются различные варианты структуры системы.

Целью структурного синтеза является разработка (создание, проектирование, реорганизация, оптимизация) системы, которая должна обладать определенными свойствами.

**Структурный синтез** выполняется для обоснования множества элементов структуры, отношений и связей, обеспечивающих в совокупности максимальное соответствие заданным свойствам.

**Функциональный анализ** проводится с целью определения динамических характеристик системы через исследования процессов изменения ее состояний со временем на основе принятых алгоритмов (способов, методов, принципов) ее функционирования. В рамках функционального анализа исследуются алгоритмы и методы управления системой, включая общий закон функционирования.

**Функциональный синтез** является обоснование оптимальных характеристик процессов функционирования системы, то есть ее состояний в будущем в соответствии с поставленными перед системой целей.

**Информационный анализ** направлен на исследование качественных и количественных характеристик информационных процессов в системе. При этом изучают:

- сбор и восприятия информации (эти процессы характеризуют взаимодействие системы с внешней средой); - обмен информацией между отдельными подсистемами; - анализ, обработка, создание новой информации; - использование информации; - обмен информацией с внешней средой.

**Информационный синтез** является обоснование необходимого объема и форм представления информации, методов и средств ее обработки (передачи, обработки, хранения). Информационный синтез дополняет задачи информационного анализа.

**Параметрический анализ** заключается в определении необходимой и достаточной совокупности обобщенных и частных показателей, образующих иерархическую структуру и должны характеризовать существенные свойства системы.

**Параметрический синтез** является сущностью обоснования необходимой и достаточной совокупности показателей, которые позволяют оценить желаемые свойства создаваемой системы и ее общую эффективность.

#### 4.5 Вопросы для самоконтроля

1. Упорядочите этапы системного исследования проблемы. Для этого необходимо выбрать последовательность действий, выполняемых при исследовании проблемы .

2. Какой анализ заключается в определении необходимой и достаточ-

ной совокупности показателей, образующих иерархическую структуру и должны характеризовать наиболее существенные свойства системы?

4. Какой анализ проводится с целью определения динамических характеристик системы через исследование процессов изменения ее состояний со временем на основе принятых алгоритмов ее функционирования?

5. Какой анализ проводится с целью исследования статических характеристик системы, выделением в ней подсистем и элементов различного уровня и связей между ними?

6. Какой анализ направлен на исследование качественных и количественных характеристик информационных процессов в системе?

7. Какой принцип постулирует учет динамичности системы, ее способности к развитию?

8. Какой принцип постулирует наличие соответствия структуры одной системы структуре другой?

9. Какие принципы системного подхода Вам известны?

## Лекция № 5

### Тема: МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ

**Цель:** изучить понятие модели, классификацию моделей методы их использования и описания.

#### План

Введение

5.1 Модели систем, типы моделей

5.2 Уровень абстрагирования при описании систем

#### Введение

Слово "модель" происходит от латинского слова *modulus* - образец. Модели представляют собой определенный условный образ объекта исследования.

Таким образом модель может использоваться для получения общих сведений о системе или для ее исследования.

Иерархическая схема университета ХНАДУ (рис. 1.1.), Например, является его графической моделью, отображающей его иерархически организационную структуру.

Процесс исследования реальных систем, включая построение модели, исследование ее свойств и перенос полученных сведений на реальную систему называют **моделированием**.

**Модель** - это специально создаваемый объект, на котором воспроизводятся конкретные (вполне определенные) характеристики реально исследуе-

мой системы, объекта или процесса с целью их использования для управления или изучения свойств оригинала.

Характерной чертой моделей можно считать их упрощенность относительно оригинала или реальной жизненной ситуации, которую моделируют. Упрощенность моделей является неизбежной, так как оригинал только в ограниченном количестве отношений (свойств) отображается в модели.

Для разных целей исследования можно строить различные модели того же объекта. Поэтому цель определяет, какие черты оригинала должны быть отражены в модели. Итак - адекватность модели, ее реальность - правомерно решать лишь относительно поставленной цели.

## 5.1 Модели систем, типы моделей

Модели могут классифицироваться по различным признакам:

- по назначению модели - то есть, какие свойства системы будет воспроизводить модель;

- по методу построения - то есть, что использовалось для построения модели;

- по рассмотрению во времени - статические или динамические и т. П.

Мы рассмотрим классификацию моделей с точки зрения использования средств, с помощью которых они реализованы рис. 5.1.

**Физические (материальные)** - это модели, которые сконструированы человеком искусственно, или взяты из природы в качестве образцов. Сюда относятся:

- наглядные** - модели отражают, главным образом, структуру или геометрические характеристики оригинала. Например: макет здания, чертеж детали, макет самолета. Эти модели, как правило, уменьшенные подобия реальных объектов той же физической природы;

- аналоговые** - эти модели используют сходство некоторых физических процессов, протекающих в оригинале и модели. Так разряд электрического контура моделирует колебания маятника, аналоговые вычислительные машины моделируют технологические процессы и т. П.

- натурные** - это модели где исследование проводится на реальном объекте, или его уменьшенной копии с последующей обработкой результатов эксперимента на основе теории подобия.

- Абстрактные (воображаемые)** - это модели, созданные в форме мысленных образов в голове исследователя, теоретика. Они представлены типами:

- символьные** - это модели, созданные в результате изучения свойств системы и их описания с использованием уравнений, графиков функций, графов и т. п.

- математические** - модели, описывающие систему на какой формализованном языке и которые позволяют делать выводы о поведении системы с

помощью формальных преобразований, которые выполняются над этим описанием.

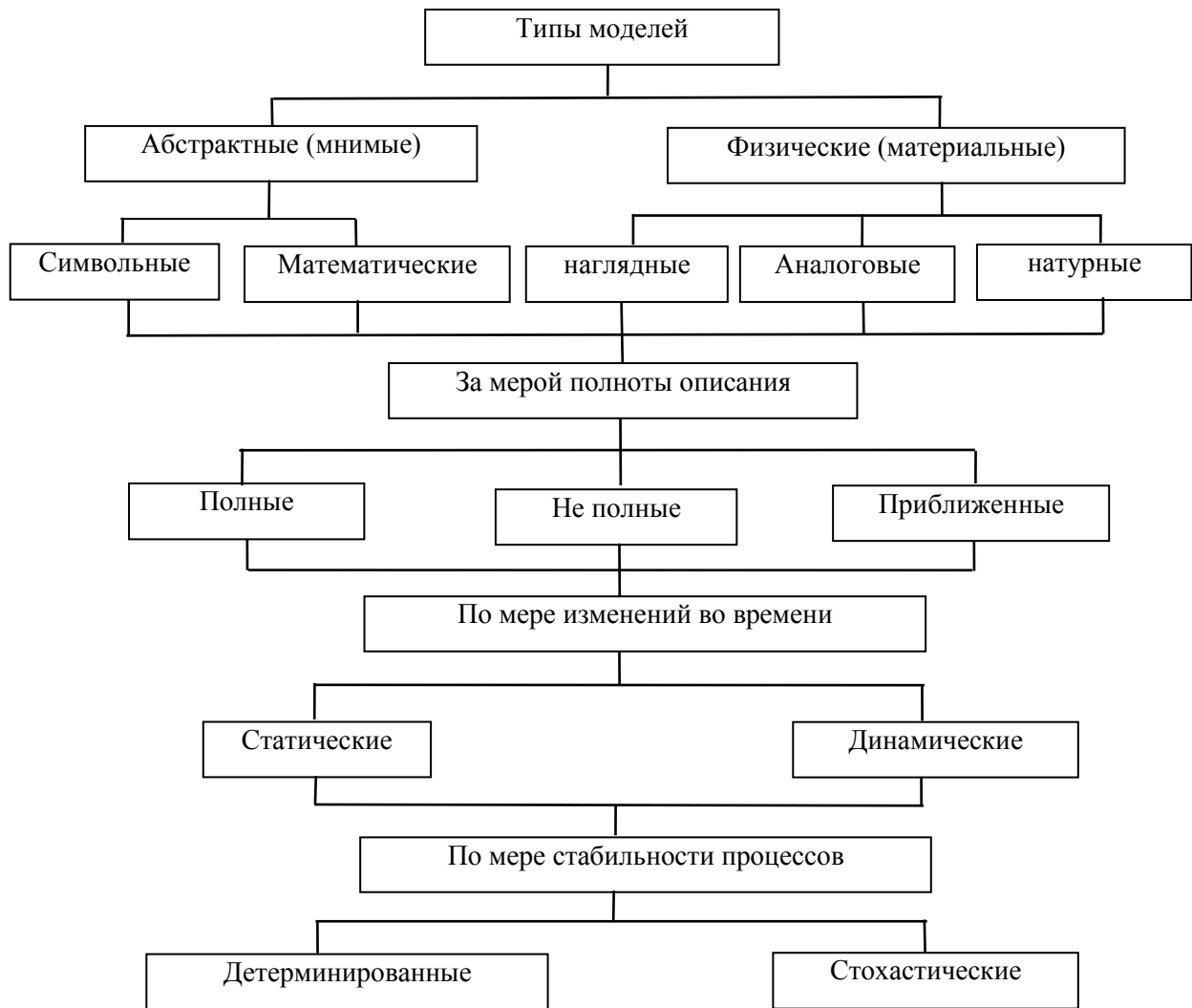


Рисунок 5.1 - Классификация моделей с точки зрения использования средств, которыми они реализованы

Все вышеперечисленные модели могут разделяться:

**По мере полноты описания системы на полные, неполные, приближенные.**

- **Полные** модели адекватны объекту в пространстве и времени. Для **неполного** моделирования эта адекватность не сохраняется. **При приближенном** моделировании учитываются только важнейшие аспекты системы;

**По мере изменений во времени** на статические и динамические. **Статические** модели применяются для описания состояния системы в фиксированный момент. **Динамические** для описания поведения систем в течение отрезка времени.

- **По степени стабильности процессов** они делятся на детерминиро-



ванные и стохастические. **Детерминированные** модели отражают процессы, для которых предполагается отсутствие случайных воздействий. В стохастических учитывают случайные процессы и события.

**Информационные (кибернетические)** модели связаны с построением моделей, которые воспроизводят информационные связи между подсистемами внутри системы и с внешней средой. А также отражают влияние информационных данных на поведение системы.

**Структурные модели** базируются на специфических особенностях структур определенного вида, которые используют для формализованного описания систем (теоретико-множественных, лингвистических) специфических подходов к моделированию.

Структурное моделирование включает:

- методы сетевого моделирования;
- структурный подход к формализации структур различных типов (иерархических, матричных) на основе теоретико-множественного их представления и понятия номинальной шкалы теории измерений;
- сочетание методов структуризации с лингвистическими.

Ситуационные модели базируются на модельной теории мышления, в рамках которой можно описать основные механизмы регулирования процессов принятия решений. Основой построения ситуационной модели является описание объекта в виде совокупности элементов, связанных между собой определенными отношениями, которые отражают семантику предметной области. Модель объекта имеет многоуровневую структуру и представляет собой информационный контекст, на фоне которого осуществляются процессы управления. /

Сравнение классификаций систем и моделей приводит к выводу об их принципиальном сходстве. Это обусловлено тем, что модель представляет собой специфическую разновидность системы, создаваемой человеком специально для решения исследовательских задач.

Рассмотрим более подробно математическое моделирование (ММ) систем.

ММ является самым современным и, вместе с тем, самым эффективным методом моделирования.

Математические модели подразделяются на: аналитические и имитационные, детерминированы, стохастические (вероятностные), фенологические, асимптотические и др ..

**Аналитические ММ** - описывают систему (объект) отношениями-функциями в явной или неявной форме (дифференциальные уравнения, интегральные уравнения, операторы) таким образом, что возможно непосредственно с помощью соответствующего математического оператора сделать необходимые выводы о самой системе и ее свойства.

**Имитационные ММ** - это совокупность программ для ЭВМ, с помощью которых воспроизводятся алгоритмы и процедуры, описывающие про-

цесс функционирования исследуемой системы.

**Детерминированы ММ** - описывают вполне определенные процессы, ход которых можно полностью представить, если известны начальные условия и закономерности протекания этих процессов.

**Стохастические ММ** - используют для описания случайных процессов, ход которых описывается законами распределения вероятностей соответствующих случайных величин и однозначно предусмотрен быть не может.

**Фенологические ММ** - это модели, полученные в результате прямого наблюдения явления или процесса, в результате его непосредственного изучения или осмысления.

**Асимптотические ММ** - это модели, полученные как частный случай с некоторой более общей модели в результате логических рассуждений (дедуктивный метод).

### **Выводы**

Составление моделей - это попытка понять процесс, поэтому их нельзя считать неизменными. Здесь уже идет речь не об абсолютной категории, одни и те же аспекты данной системы можно описывать разными моделями, которые одновременно имеют право на существование. Поэтому, основная задача состоит в том, чтобы построить (или выбрать) модель, адекватную поставленной задаче исследования. Конечной же целью разработки ММ является прогноз результатов при тех или иных воздействиях на параметры системы.

## **5.2 Уровень абстрагирования при описании систем**

Сложную систему, как правило, невозможно "охватить" полностью. Поэтому сложную систему, особенно деятельность предприятий, рассматривают как систему, состоящую из отдельных взаимодействующих подсистем.

Процесс разделения системы на уровне, характеризующие технологические, информационные, экономические и другие аспекты ее функционирования называют **стратификацией системы**, а сами уровни - **стратами**. На каждой страте в иерархии структур есть свой собственный набор переменных, которые позволяют в значительной степени ограничиться исследованием только одного аспекта системы, одной страты. Независимость страт дает возможность глубже и подробнее исследовать системы, хотя предположения об их независимости может привести к неполному пониманию поведения системы в целом.

Пример. 1. Производственный комплекс (рис. 5.2.). Этот комплекс моделируют, как правило, на трех стратах:

- на производственном уровне (физические процессы обработки и преобразования сырья в продукцию);
- на уровне управления и обработки информации;
- на экономическом уровне производства с точки зрения производительности и прибыльности. Для каждого из этих трех аспектов системы су-

существует свой язык описания, свои модели, хотя система остается прежней.

Общие свойства стратифицированного описания систем можно сформулировать так:

- выбор страт, в терминах которых описывается система, зависит от наблюдателя (исследователя), его знаний и цели исследования;

- аспекты функционирования системы на различных стратах в общем случае независимы между собой, поэтому принципы и законы, которые используются для характеристики системы на произвольной страте, в общем случае нельзя вывести из принципов и законов, которые используются в других стратах;

- для каждой страты существует свой язык описания, набор терминов, концепций и принципов.

Главными уровнями исследования систем являются микроскопический и макроскопический.

**Микроскопическое исследование** системы связано с детальным описанием каждого компонента системы, исследованием их структуры, функций, взаимосвязей, структуры системы в целом и тому подобное. Практическая реализация важнейшего этапа микроподхода - выявление элементов системы и взаимосвязей между ними, связана с необходимостью преодоления противоречия между желанием полного исследования каждой из подсистем и элементов системы и реальной возможностью исследовать при этом структуру системы в целом и принципы ее функционирования.

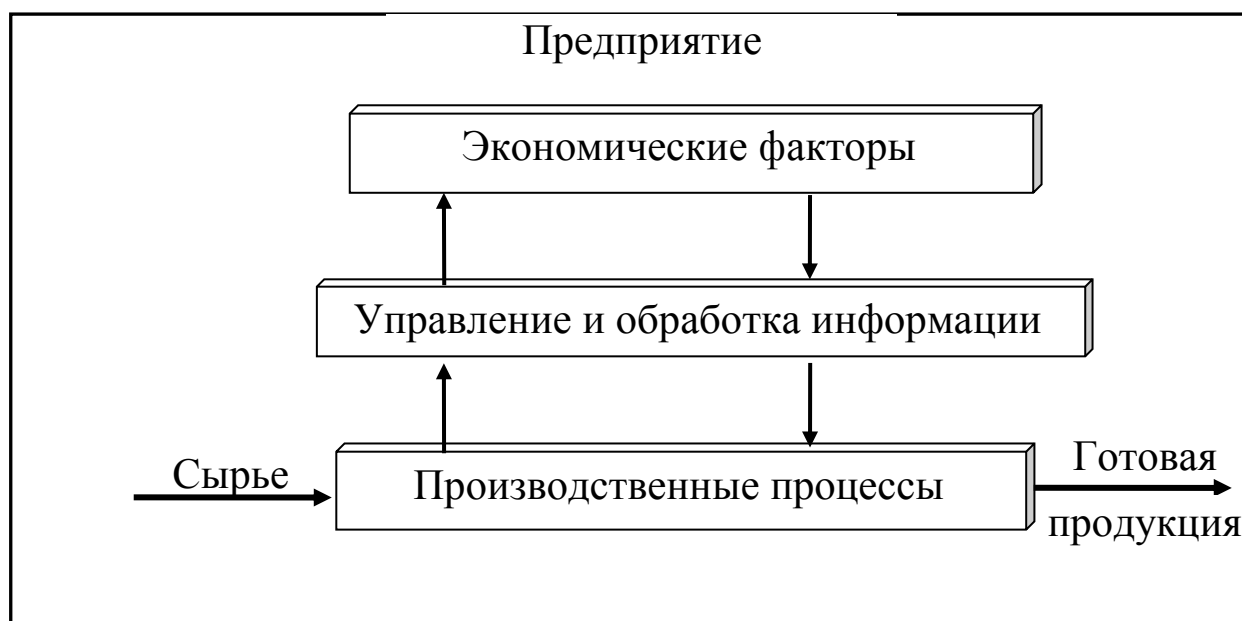


Рисунок 5.2. - Производственный комплекс

Главными уровнями исследования систем является микроскопический и макроскопический.

**Макроскопическое исследование** - заключается в игнорировании де-

тальной структуры системы и изучении только общего поведения системы как единого целого. Целью здесь является построение модели системы через исследование ее взаимодействия с внешней средой (модели типа "вход - выход", или "черный ящик" см. Лк. 6).

### 5.3 Вопросы для самоконтроля

1. Специально создаваемый объект, на котором воспроизводятся характеристики реально исследуемой системы, объекта или процесса с целью их использования для управления или изучения свойств оригинала - это ...

2. Какие математические модели используют для описания случайных процессов, ход которых описывается законами распределения вероятностей соответствующих случайных величин и однозначно предусмотрен быть не может?

3. Какие математические модели воспроизводят алгоритмы и процедуры, которые описывают процесс функционирования исследуемой системы?

4. Какие математические модели, полученные как частный случай с некоторой более общей модели в результате логических рассуждений?

5. Какие математические модели описывают систему отношениями-функциями в явной или неявной форме?

6. Какие математические модели описывают систему отношениями-функциями в явной или неявной форме?

7. Какие математические модели описывают вполне определенные процессы, протекание которых можно полностью представить, если известны начальные условия и закономерности протекания этих процессов?

8. Какие математические модели, полученные в результате прямого наблюдения явления или процесса?

9. Какие модели отражают процессы, для которых предполагается отсутствие случайных воздействий?

10. Какие модели воспроизводят связи внутри системы и с внешней средой?

11. Какие модели моделируют только важнейшие аспекты системы?

12. Какие модели учитывают случайные процессы и события?

13. Какие модели применяются для описания поведения систем в течение отрезка времени?

14. Какие модели применяются для описания состояния системы в фиксированный момент времени?

15. Какие модели полностью адекватны объекту в пространстве и времени?

16. Какие модели частично адекватны объекту в пространстве и времени?

17. Макроскопическое исследование системы заключается в игнорировании детальной структуры системы и изучении только общего поведения

системы как единого целого? Да, нет?

18. В каких моделях исследования проводят на реальном объекте или его уменьшенной копии с последующей обработкой результатов эксперимента на основе теории подобия?

19. Какие модели используют сходство некоторых физических процессов, протекающих в оригинале и модели?

20. Какие модели отражают структуру или геометрические характеристики оригинала?

21. Какие модели описывают систему, на каком либо формализованном языке

22. Какие модели сконструированы человеком искусственно или взяты из природы в качестве образцов?

23. Какие модели созданы в результате изучения свойств системы и их описания с использованием уравнений, графиков функций, графов и т.п.?

24. Какие модели созданы в форме мысленных образов в голове исследователя?

## **Лекция № 6**

### **Тема: СПОСОБЫ ОПИСАНИЯ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ**

**Цель:** Изучить способы описания моделей систем и их использования.

#### **План**

Введение

6.1 Вербально-информационный принцип описания модели системы

6.2 Модель типа жизненный цикл

6.3 Описание системы с помощью модели черного ящика

6.4 Описание системы с помощью графической модели

6.5 Области использования математических методов моделирования

#### **Введение**

Каждый тип модели системы имеет свое назначение для отображения и описания свойств системы. Рассмотрим основные способы описания систем, описываемых специально разработанными моделями систем.

### **6.1 Вербально-информационный принцип описания модели системы**

Для создания той или иной модели системы необходимо сначала дать ее вербально-информационное описание (ВИО). Verbalis - латинское слово, означает словесный.

В ВИО системы, как правило, включают и описывают:

- 1) внешняя среда;
- 2) связи системы с внешней средой;
- 3) элементарный состав системы (из каких элементов состоит), элементы в свою очередь могут рассматриваться как системы меньшего уровня;
- 4) все связи между элементами системы и подсистем или основные связи между элементами и подсистемами, если невозможно описать все связи;
- 5) работу (функционирование) системы.

**Вербально-информационное описание** системы необходимо считать начальной моделью системы. Она является базой для создания других более специализированных моделей графических, математических и т.п.

## 6.2 Модель типа жизненный цикл

При исследовании и моделировании динамических систем, изменения в которых происходят эволюционно, необходимо учитывать, что важную роль играет концентрация жизненного цикла модели и различные его этапы. Модели типа жизненный цикл учитывают изменения, которые происходят с системой в течение определенного отрезка времени при управлении работой системы.

Например, с помощью такой процедуры шахматную партию делят на дебют, миттельшпиль и эндшпиль. Жизнь человека - на детство, зрелость и старость или более детальные этапы: детство, отрочество, юность, молодость, зрелость и старость.

## 6.3 Описание системы с помощью модели черного ящика

Важную роль для человека играют изобразительные модели. Среди них наиболее широко используются графические модели, которые изображают систему, ее составные части, внешняя среда и связи между ними в виде плоского рисунка.

Простейшей моделью системы является модель так называемого черного ящика, в которой акцент делается на назначение и поведение системы, а о ее внутреннем строении есть только опосредованная информация, отражающая связь системы с внешней средой. Изображение системы в виде модели черного ящика приведена на рис. 6.1.

Связи системы, направленные снаружи в систему, называются входом системы, они влияют на систему, используя ее как способ.

Связи системы со средой, которые направлены от системы в среду - это выход. Они являются продуктом работы системы и влияют на изменение среды или используются снаружи системы.

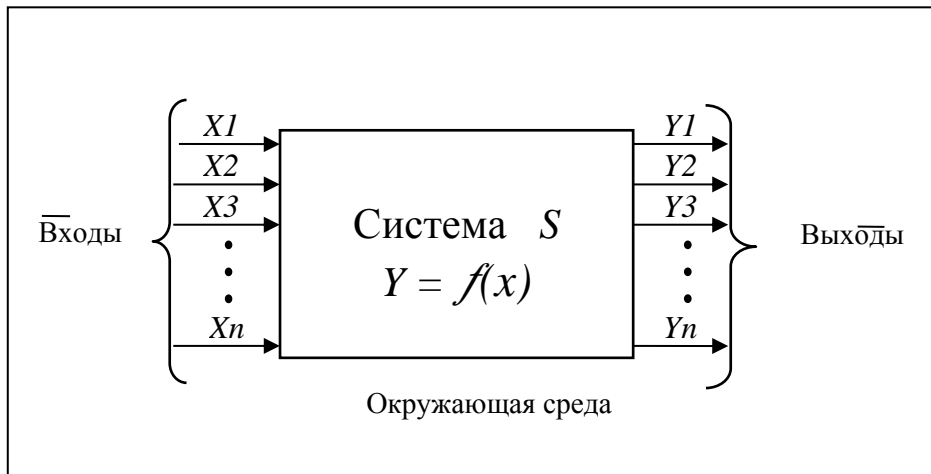


Рис. 6.1. Отображение модели системы в виде черного ящика

Подход, который реализуется в модели черного ящика, открывает возможности для объективного изучения систем, построение которых неизвестна или очень сложная для того, чтобы было возможно по свойствам составных частей и структурных связей между ними сделать выводы об их поведении.

Используя наблюдения и зависимости изменения выходных величин  $Y$  от изменения входных величин  $X$  можно достичь такого уровня знаний свойств системы, которые позволяют предусмотреть изменение выходных величин при изменении входных.

Модели, в которых одинаково меняются входные и выходные величины, называются изоморфными, несмотря на то, что их физическая сущность различна. Например: маятник и колебательный контур.

#### 6.4 Описание системы с помощью графической модели

Графические модели, как правило, отражают внутренние связи и построения системы. Те части системы, которые используются как маленькие и неделимые, называются элементами системы.

Те части системы, которые состоят из нескольких элементов и имеют определенную целостность, называются подсистемами.

При необходимости указывают на иерархичность частей систем (подсистем), то есть их зависимость (см. Лк. 2, Рис. 2.1.).

**Графические модели** системы отображают связи и отношения между элементами в виде направленных или ненаправленных линий, объединяющих объекты. Таким образом, создается структурная схема систем. Математическим аппаратом анализа структурных схем, а также графических моделей систем является теория графов.

Графы состоят из объектов двух типов: небольших фигур на плоскости (кругов, прямоугольников и т.п.) и линий, которые их соединяют (соединяющие). Фигуры называются вершинами графа, линии - ребрами. При анализе

систем элементам ставится в соответствие вершины графа, а связям - ребра. С помощью графов описывают: организационную структуру предприятий, организаций; функциональную структуру, техническую структуру. Используя теорию графов можно решать следующие задачи: определение максимальных и минимальных путей задачи сетевого и календарного планирования для определения критических путей транспортные задачи; задачи контроля и диагностики. При этом используются следующие структуры графов рис. 6.2:

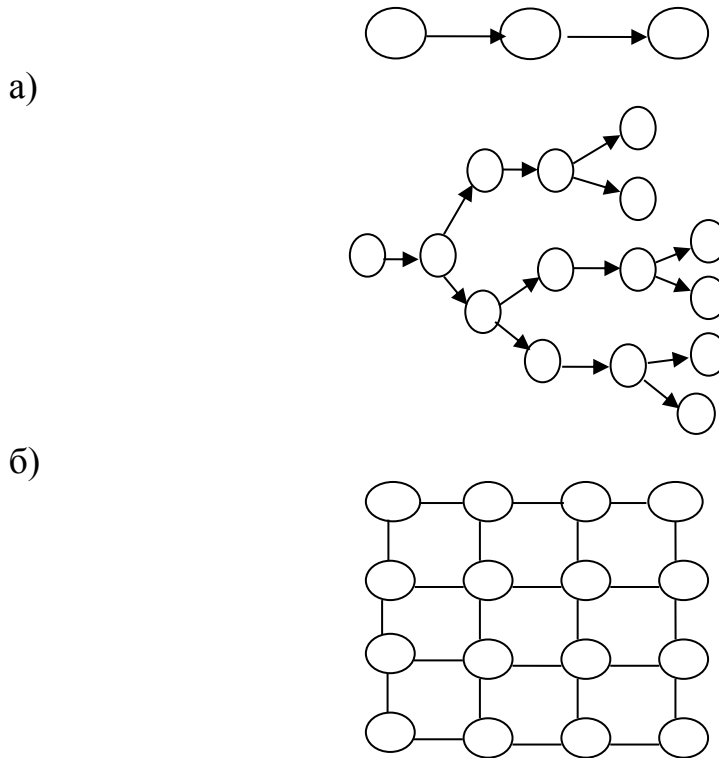
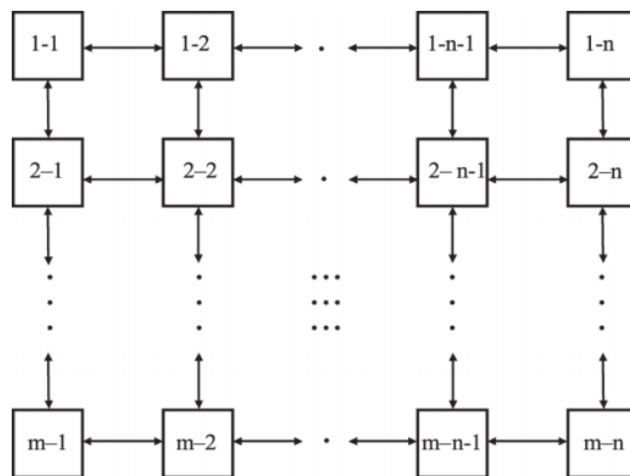


Рис. 6.2 - Примеры графов разных структур: а) Линейная структура графа, б) Древоподобная структура графа, в) Матричная структура



**Матричная структура** - представляет систему, в которой все элементы равнозначны, например, кристаллическая решетка твердого тела.



## **6.5 Области использования математических методов моделирования**

В настоящее время можно выделить два основных типа задач, в решении которых используются математические методы и ЭВМ. Это, так называемые, макрозадачи и микрозадачи. При всей условности такого распределения основанием для него является различие между характером и методами решения задач на различных уровнях планирования народного хозяйства.

К макрозадачам относят задачи, в которых решаются основные теоретические и практические народнохозяйственные проблемы, такие, как соотношение типов развития отдельных отраслей в общей системе народного хозяйства, анализ вопросов ценообразования и ценоустановки, долгосрочное и перспективное планирование и т.д. Другими словами, - это задачи оптимального функционирования всей экономики страны.

К микрозадачам относят задачи, стоящие перед отдельной отраслью, предприятием, цехом, участком и т.д. В их числе можно назвать рациональное размещение и специализацию производства, расчет оптимальной производственной мощности предприятия, задачи календарного, объемного и технико-экономического планирования, раскрой материалов, перевозка грузов и т.д.

Нетрудно заметить, что задачи второго направления является, с одной стороны, более массовыми и, с другой стороны, гораздо более простыми.

Если над макрозадачами работают большие (крупные) коллективы ученых и решение этих задач определяет поведение всей экономики страны, то микрозадачи возникают на каждом предприятии, требуют быстрого решения, и занимают ими ограниченное число работников производства и проектных организаций. При их решении используются известные математические модели и алгоритмы. Главная трудность заключается в правильном формулировании целей и условий задачи, а именно решение обычно выполняется по стандартным программам в вычислительных центрах соответствующих производственных организаций.

## **6.6 Вопросы для самоконтроля**

1. Процесс исследования реальных систем, включая построение модели, исследование ее свойств и перенос полученных сведений на реальную систему - это ...
2. Какие модели считаются начальными моделями системы?
3. Какие модели отражают связи и отношения между элементами в виде направленных или ненаправленных линий?
4. Какие модели описывают назначение и поведение системы, а о ее внутреннем строении имеют косвенную информацию, которая отражает связь

системы с внешней средой?

5. Какие модели воспроизводят связи внутри системы и с внешней средой?

## Лекция № 7

### Тема: ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ПРОЦЕССА ОТЫСКАНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ

**Цель:** изучить основные понятия и последовательность основных фаз принятия и реализации решений.

#### План

Введение

7.1 Основные процедуры принятия решения

7.2 Постановка задачи

7.3 Построение модели

7.4 Получение решения

7.5 Осуществление решения

#### Введение

**Системный анализ** - это совокупность методов исследования процессов функционирования сложных систем, на основе моделирования, направленных на повышение эффективности их работы, то есть совершенствования.

Для того, чтобы это осуществить, необходимо выполнить целый ряд сложных работ по разработке методов, с помощью которых можно будет исследовать работу системы и дать рекомендации по ее совершенствованию и рекомендовать принять определенные решения по управлению работой объекта.

#### 7.1 Основные процедуры принятия решения

Отдельные процедуры (или операции) принятие решений, как правило, делятся на **формализованные** и **неформализованные**. Системный анализ допускает, что в определенных ситуациях неформализованные решения, принимаемые человеком (лицом, принимающим решение, - ОПР) могут быть более приемлемыми. В системном анализе рассматриваются как формализованные, так и неформализованные процедуры принятия решений.

Формализованные процедуры основаны на использовании прикладной математики (в частности, таких ее разделов, как исследование операций, математическое программирование, теория разработки и принятия решений,

теория массового обслуживания, модели управления запасами, теория игр, Марковский процесс и т.п.) и вычислительной техники. Иногда математическими методами исследуется связанное множество процедур и осуществляется моделирование процесса принятия решения.

Результаты исследования объектов, в основном, представляются математическими моделями системы. Наибольшее распространение получили **имитационные математические модели (ММ)** - это совокупность программ для ЭВМ, с помощью которых воспроизводятся алгоритмы и процедуры, описывающие процесс функционирования исследуемой системы.

К числу алгоритмических методов следует отнести:

- линейное программирование;
- нелинейное программирование;
- динамическое программирование;
- методы теории массового обслуживания;
- статистическое моделирование и др.

При решении задач системного анализа с использованием ЭВМ необходимо от содержательной постановки задачи перейти к ее формальному образу, то есть к ММ.

При этом используются термины:

**Операция** - это совокупность действий или мероприятий, направленных на достижение определенной цели.

**Оптимизация** - получение наилучшего по выбранному критерию решения из множества допустимых решений.

**Критерий** - мера качества решений. Если решение принимается с учетом нескольких критериев, то такая оптимизационная задача называется многокритериальной.

**Функция цели** - это такая математическая функция, которая отвечает заданному критерию эффективности операции и описывающей качественные показатели цели, в каком либо числовом измерении.

Если в результате решения задачи будет приобретено экстремального значения функции цели (критерия эффективности), то это означает, что найдено оптимальное решение или оптимальный план.

Решение задачи по отысканию оптимального решения содержит следующие основные этапы:

1. Постановка задачи.
2. Построение математической модели.
3. Получение решения.
4. Анализ и проверка правильности решения.

В целом, для реализации задач системного анализа используется раздел системного анализа "Исследование операций".

Рассмотрим с позиций системного подхода более подробно основные этапы и элементы построения (разработки) системы принятия решений в больших системах управления.

## 7.2 Постановка задачи

Основным при системном подходе является определение цели, которую необходимо достичь. Для этого может быть сооружение завода, освоение новой продукции, реконструкция доменной печи, снижение издержек производства и т.д. При формулировке цели могут, однако, возникнуть трудности, связанные с необходимостью их точного определения цели. Вот пример; в одном из районов города жители жаловались на отсутствие медицинского обслуживания. В районе предложили строить новую поликлинику, но более детальное изучение вопроса показало, что в соседнем микрорайоне есть поликлиника, не полностью загружена и которая сможет удовлетворить спрос. Для этого необходимо изменить регистрацию жителей и маршрут нескольких маршруток, или запустить новый маршрут, который будет окупаться и такое решение обойдется на много дешевле.

Пример из второй мировой войны. Для защиты от вражеских самолетов на английских транспортных судах были установлены зенитные пулеметы. Через некоторое время выяснилось, что они не наносят большой потери авиации противника, и поступило предложение их снять. Однако, более детальное изучение вопроса показало заметное снижение потерь торгового флота, оснащенного пулеметами, и они были сохранены. Ведь целью установки пулеметов было именно сокращение потерь флота, а не увеличение ущерба авиации противника.

Как следует из примеров, вместе с формулировкой цели должен быть выбран надежный критерий эффективности, позволяет различать способы достижения поставленной цели и выбрать среди них лучший.

## 7.3 Построение модели

Поскольку изучение работы системы и ее анализ связанные, как правило, с наблюдением и экспериментом. Отсюда, модели (определение понятия модели предоставлено в подразделении 5.1) и создаются для того, чтобы с их помощью можно было выполнить количественное исследование работы системы в различных условиях и таким образом получить представление, как действовать в подобных условиях реальные системы.

Поэтому самым удобным и правильным методом решения организационно-управленческих задач с помощью системного анализа является метод моделирования, то есть создание моделей систем (объектов) и изучения их работы. Этот метод является основным для изучения сложных систем.

Моделирование является важным инструментом научной абстракции, позволяет выделить, обосновать и анализировать существенные для данного исследования характеристики объекта - свойства, взаимосвязи, структурные и функциональные параметры.

Составление моделей - это попытка понять процесс, поэтому их нельзя считать неизменными. Одни и те же аспекты данной системы можно описывать разными моделями, одновременно имеют право на существование. Поэтому основная задача состоит в том, чтобы построить (или выбрать) модель, адекватную поставленной задаче исследования. Конечной же целью разработки ММ является прогноз результатов при тех или иных воздействиях на параметры системы.

#### **7.4 Получение решения**

Следующий третий этап заключается в получении решения с помощью построенной модели. Элементами, участвующими в решении, является исходная информация и правила выбора решения (решающие правила). Важность этих элементов невозможно переоценить. Самая модель бесполезна без достоверной информации.

Решающее правило - дает возможность однозначно выбрать преимущественно в каком-либо смысле решения. Оно, как правило, имеет форму алгоритма, то есть представляет последовательность действий, которая однозначно приводит к решению.

Представление решающего правила в виде алгоритма означает численное решение модели.

Ярким примером многочисленных методов является симплекс-метод решения задач линейного программирования.

Общая идея численного решения включает выбор какой-либо допустимой комбинации независимых переменных, подстановку их в условия задачи и получения решения для других комбинаций переменных. Перебор комбинаций переменных прекращают тогда, когда, например, уравнение обратится в тождество или целевая функция задачи линейного программирования достигнет оптимума.

Необходимо учитывать также, что начальную задачу управления не всегда удастся представить в виде модели, которой соответствует задача оптимизации с готовым и эффективным аппаратом решения.

В этом случае очень полезным (а иногда и единственным) средством оказываются эвристические методы решения задач, которые не являются строгими и основаны на здравом смысле и имеющемся опыте решения подобных задач в прошлом.

#### **7.5 Осуществление решения**

Следует отметить, что при исследовании реальных систем этапы построения модели и ее решение могут повторяться несколько раз, постепенно приближая модель по свойствам к объекту. Дополнительная информация, по-

лученная при этом, может также привести к пересмотру целей и критериев эффективности задачи, то есть изменить ее постановку.

Самый последний и ответственный этап - осуществление решения. Он выполняется лицами или лицом, ответственным за работу системы. Задача разработчиков на этом этапе состоит в том, чтобы представить свои решения и рекомендации в наглядной, понятной и убедительной форме. От этого может во многом зависеть судьба результатов.

При этом необходимо учитывать, что количественные результаты не являются исчерпывающими при принятии решения. Руководитель должен учитывать и другие факторы (мораль, традиции, привычки), которые пока не поддаются формализации и количественной оценке.

С точки зрения системного анализа процесс принятия решения (см. Табл. 7.1) можно представить как последовательность выполнения соответствующего набора его этапов, который в каждом конкретном случае уточняется.

**Таблица 7.1 Содержание основных фаз принятия решения и их реализации**

Фаза принятия решения	Содержание фазы принятия решения
1. Сбор информации о возможных проблемах	1.1. Наблюдение за внутренней средой организации 1.2. Наблюдение за внешней средой организации
2. Выяснение и определение причин возникновения проблемы	2.1. Описание проблемной ситуации 2.2. Выявление организационного звена, где возникла проблемная ситуация 2.3. формулировка проблемы 2.4. Оценювания ее важности 2.5. Выяснение причин возникновения проблемы
3. Формулировка целей решения проблемы	3.1. Определение целей организации 3.2. Формулировка целей решения проблемы
4. Выбор и обоснование стратегии решения проблемы	4.1. Детальное описания объекта 4.2. Определение размаха вариации факторов 4.3. Визначення требований к решению 4.4. Визначення критериев эффективности решения 4.5. определение ограничений
5. Разработка вариантов решения проблемы	5.1. Разделение задачи на подзадачи (анализ) 5.2. Поиск идей решения каждой подзадачи 5.3. Определение и нахождения возможных вариантов решения для каждой подзадачи и подсистемы 5.4. Выбор и построение моделей и проведения расчетов 5.5. Обобщение результатов решения каждой подзадачи 5.6. Прогнозирование последствий принятия найденного решения для каждой подзадачи 5.7. Разработка вариантов решения всей задачи (проблемы)
6. Выбор лучшего варианта	6.1. Анализ вариантов решения 6.2. Оценка влияния неуправляемых параметров

### Окончание таблицы 7.1

7. Корректировка и согласование решения	7.1. Анализ решения с исполнителями 7.2. Согласование решения с функционально взаимодействующими службами 7.3. утверждение решения
8. Реализация решения	8.1. Подготовка рабочего плана реализации 8.2. Реализация 8.3. Внесение изменений в рабочий план в ходе реализации решения 8.4. Оценка эффективности реализации принятого решения

### 7.6 Вопросы для самоконтроля

1. Получение наилучшего по выбранному критерию решения из множества допустимых решений - это ...

2. Совокупность действий или мероприятий, направленных на достижение определенной цели - это ...

3. Использование совокупности методов исследования процессов функционирующих сложных систем на основе моделирования и направленных на повышение их эффективности - это ...

4. Какое правило позволяет однозначно выбрать преимущественно в каком-либо смысле решение?

5. Кто выполняет осуществления решения?

6. Какие факторы должен учитывать руководитель при принятии решения?

7. Что дает возможность однозначно выбрать преимущественно в каком-либо смысле решение?

8. Что создают для изучения работы системы и ее анализа?

9. На каком этапе, при системном подходе, выполняют определение цели, которую необходимо достичь?

10. Какие еще факторы должен учитывать руководитель, кроме определенных экспертами, при принятии решения?

## Лекция № 8

### Тема: СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ КОМПАНИЙ

**Цель:** изучить основные понятия и последовательность основных фаз принятия и реализации решений при организации управления предприятием.

#### План

Введение

8.1 Модель организации как открытой системы

8.2 Внешнее и внутреннее среды организации

8.3 Системный анализ и цели организации

#### Введение

Одна из важнейших подсистем социально-экономической системы страны является организация. Организации можно предоставить следующее определение.

**Организация** - социально-экономическая система, объединяющая орудия труда и группу людей, которые совместно реализуют определенную общую цель и действующих на основе определенных принципов и правил [9].

К организациям можно отнести фирмы, предприятия, компании, научные учреждения и тому подобное. Более того, как организацию можно рассматривать и совокупность систем, подчиненных или взаимосвязанных между собой или с другими системами, в частности, социально-политическими и социально-экономическими, с системами других стран (например, транснациональными корпорациями, оффшорными компаниями, государственными и банковскими учреждениями и т.д.).

#### 8.1 Модель организации как открытой системы

С точки зрения системного подхода в организации как социально-экономической системы существуют такие системообразующие факторы и свойства:

- организации являются целостными системами;
- организации состоят из отдельных подсистем, которые являются их составляющими;
- наличие общей главной цели для всех компонентов и подсистем организации;
- подчинение целей каждого компонента, общей цели системы и осознание каждым исполнителем своих задач и общей цели;
- выполнение каждым элементом своих функций, обусловленных поставленными задачами;



- отношение субординации и координации между компонентами системы (то есть иерархический принцип строения и управления);
- наличие обратной связи между управляющей и управляемой подсистемами;
- существенная зависимость от внешней среды.

Модель организации как открытой системы изображена на рис. 8.1. Организация получает от внешней среды информацию, финансовые и трудовые ресурсы, материалы (сырье, энергию и т.д.). В процессе функционирования она превращает входы (информация, капитал, сырье природные, трудовые ресурсы и т. П.) В выходы (продукция, услуги, информация и др.), Которые являются результатом ее деятельности.

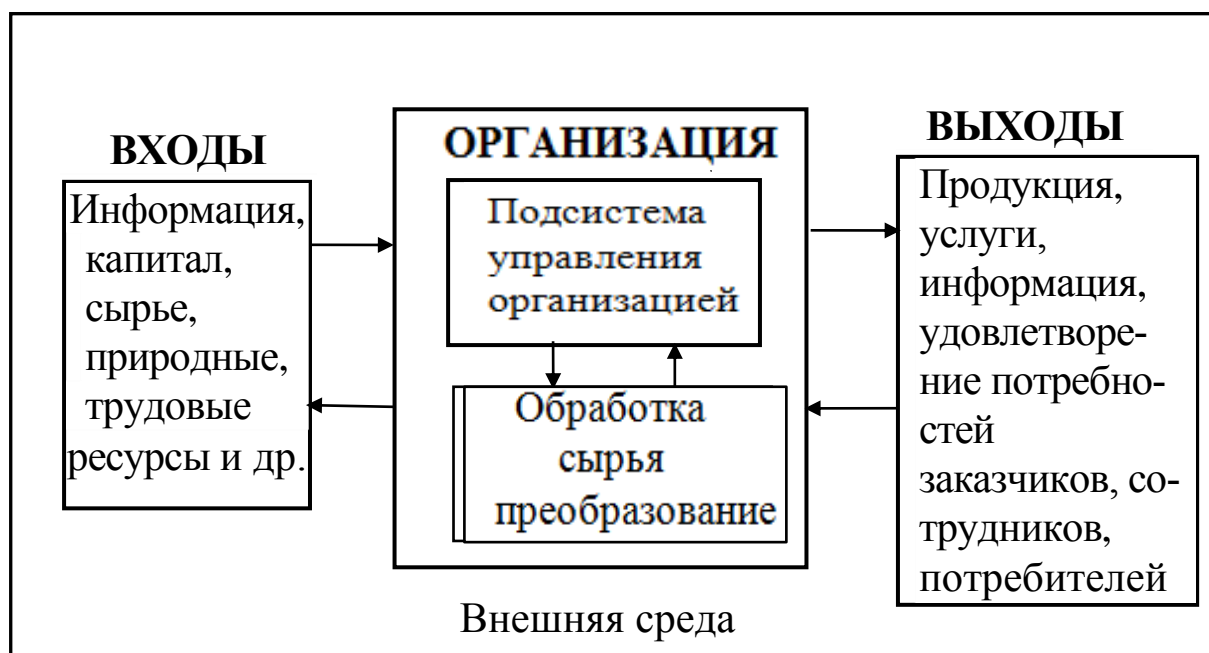


Рисунок 8.1 - Организация как открытая система

Одной из важных особенностей организации является ее взаимосвязь с внешней средой и существенная зависимость от последнего, что проявляется в необходимости получения ресурсов для своего функционирования и реализация результатов своей деятельности. Организация не может оставаться изолированной, ей необходимо взаимодействовать с другими системами (общественными организациями, поставщиками, заказчиками, высшими органами управления, профсоюзами и т.д.) для обеспечения условий существования и развития.

Следовательно, организация является целостной открытой системой, которая многими связями соединена с внешней и внутренней средой.

Основные аспекты внутренней среды организации, которые требуют внимания руководства это: цель, структура, задачи, технологии и персонал [5].

**Цель** организации желательно конечным уровнем отдельных характеристик организации, или результаты, на достижение которых направлена ее деятельность. Организацию можно рассматривать как средство, что делает общее достижение таких результатов, которых было бы достичь отдельным ее подразделениям и сотрудникам.

**Структура организации** - это логические взаимоотношения уровней управления, позволяющие эффективно достигать цели организации. Структура организации предполагает разделение труда, что является необходимым условием повышения ее эффективности.

Почти во всех организациях существует горизонтальное разделение труда по специализированным направлениям. Если организация достаточно велика, то специалистов группируют в пределах одной функциональной сферы (отделы, управления, цеха и т.п.). Вертикальное разделение труда реализуется по принципу иерархии управления сверху вниз, который предусматривает подчинение сотрудников разных уровней. Руководитель организации может иметь в своем подчинении несколько руководителей среднего звена, управляющих отдельными функциональными подразделениями, которые в свою очередь могут иметь несколько подчиненных.

**Задача** - это определенная работа, ее часть или этап, серия работ, которая должна быть выполнена в заранее установленный срок и способ. Задача организации разделяют на работу с людьми, с предметами (машинами, сырьем, инструментами) или информации.

Важным фактором эффективности производства является специализация задач, то есть распределение работы на отдельные операции, что способствует повышению эффективности труда отдельных работников и функционирования организации в целом.

**Технология** - это, по определению некоторых исследователей [5], способ сочетания квалификационных навыков, оборудования, инфраструктуры, инструментов, соответствующих знаний, необходимых для осуществления желаемого преобразования входов системы (сырья, информации). Важными элементами современной технологии является стандартизация, механизация и автоматизация, стимулирующих дальнейшее повышение специализации.

**Персонал** - это руководители, рядовые исполнители, сотрудники разной квалификации. От их профессионализма, квалификации, желания, энергии зависит эффективность деятельности организации в достижении своей цели.

## 8.2 Внешнее и внутреннее среды организации

Для того, чтобы определить и реализовать стратегию поведения организации, руководство должно иметь углубленное представление как о внутренней среде организации, ее потенциале и тенденциях развития, так и о тенденциях развития внешней среды. Внешняя среда организации является ис-

точником получения организацией ресурсов, необходимых для изготовления продукции и ее сбыта, чтобы обеспечить свое существование и развитие.

Под **внешней средой организации** понимают совокупность элементов, окружающих ее и производят на ее деятельность существенное влияние (рис. 8.2.). Анализ внешней среды организации предполагает анализ ее микроокружения (непосредственного окружения) и макроокружения (опосредованного окружения).

К **макроокружению** относятся факторы, которые могут не оказывать непосредственного и немедленного влияния на эффективность и устойчивость функционирования организации, но которые все равно имеют определенный (опосредованное) влияние на нее.

Анализ макроокружения должна содержать исследования международных факторов (военные конфликты, экономические кризисы), политических процессов в стране, правового регулирования, состояния экономики, уровня научно-технического и технологического развития общества, социальной и культурной составляющих общества, состояния окружающей среды и тому подобное.

Рассмотрим в качестве примера необходимость исследования некоторых из приведенных выше факторов макроокружения.

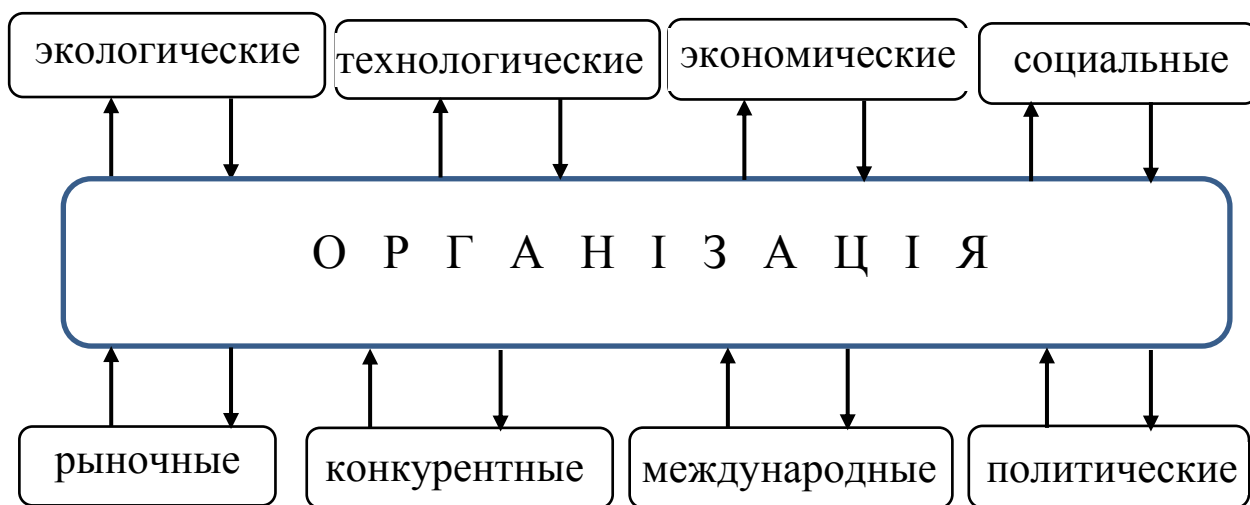


Рисунок 8.2 - Факторы внешней среды организации

**Экономические факторы.** Экономические факторы необходимо постоянно отслеживать, так как исследования состояния экономики позволяет выяснить, как формируются и перераспределяются ресурсы. К важнейшим экономическим показателям относят внутренний валовой продукт (ВВП), темпы инфляции, валютный курс, процентные ставки, платежный баланс, уровень безработицы и др. Необходимо определять, как влияет уровень этих характеристик на развитие организации или которые могут быть угрозы.

**Политические факторы.** Успешное функционирование организации зависят от уровня политической стабильности в стране. Необходимо иметь

представление о намерениях органов власти в отношении определенных секторов экономики и общества в целом. Лоббирование своих интересов в государственных структурах. Политические факторы также могут быть источником как угроз, так и позитивных возможностей для организации.

**Технологические и научно-технические факторы.** Анализ новейших научно-технических тенденций позволяет своевременно менять технологии, или занимать новые ниши рынка, является следствием внедрения и разработки новейших технологий научно-технического прогресса (НТП). Примером наиболее динамичных сфер является бурное развитие информационных систем и технологий, телекоммуникаций.

**Международные факторы.** Руководства фирм, действующих на международных рынках, должны постоянно анализировать состояние мировых рынков, внешнеторговую конъюнктуру, таможенную, антидемпинговую и другую политику торговых стран-партнеров.

**Социальные и демографические факторы.** Исследование этих факторов направлено на определение влияния таких социальных показателей, как уровень жизни и образования населения, традиций и ценностей, существующих в обществе, демографических тенденций и тому подобное. Социальные факторы влияют как на другие факторы макроокружения, так и на внутреннюю среду организации.

Факторы **микроокружения** непосредственно влияют на деятельность организации. К непосредственного окружения относят потребителей, поставщиков, конкурентов, рынок рабочей силы, а также органы государственного управления и соответствующие законы, регламентирующие деятельность организаций.

Анализ **внутренней среды** организации позволяет выявить те возможности, тот потенциал, на который может рассчитывать организация для достижения своей цели. Внутренняя среда анализируется по следующим направлениям:

- кадры, их потенциал, квалификация, интересы и т.д.;
- организация управления и маркетинга;
- состояние основной деятельности (производство, организационные характеристики, научные исследования и разработки и т.п.);
- финансовое состояние;
- организационная культура.

Анализ финансового состояния позволяет выявления имеющихся и потенциально слабых мест организации по сравнению с конкурентами.

**Исследование внутренней среды направлено на выяснение сильных и слабых сторон организации.** Сильные стороны является той базой, на которую организация опирается в конкурентной борьбе и которую она должна пытаться расширять и укреплять. Слабые стороны должны быть предметом пристального внимания руководства, чтобы от них избавиться. Внешняя

среда исследуется с целью определения угроз и возможностей, которые необходимо учитывать при определении и достижении целей.

### 8.3 Системный анализ и цели организации

Цели организации должны представлять собой гармоничное сочетание собственных целей организации, целей надсистем (отрасли, общества и т.д.) и целей подсистем (подразделений, отделов, работников).

Среди всех целей организации необходимо выделить стержневую, базовую цель, является главным стимулом ее деятельности и должна играть не только организующую и интегрирующую роль, но и выполнять пропагандистскую функцию. Такая цель представляет собой **миссию** организации, ее назначение - удовлетворение определенных потребностей потребителей. **Миссия** является своеобразной философской и социальной установкой организации, ведущим направлением деятельности.

Например, миссией организации, которая занимается обслуживанием дорог, является поддержание дорог в качественном рабочем состоянии, а миссия организаций, которые занимаются строительством дорог, совсем другая - это построение качественных новых дорог.

За разработку миссии организации в большинстве случаев необходимо учитывать такие интересы:

- соучредителей и собственников;
- сотрудников;
- потребителей продукции (услуг) организации;
- партнеров, поставщиков, конкурентов;
- общественных организаций и органов местного самоуправления;
- органов государственной власти.

Миссия организации является ориентиром для разработки стратегических целей организации. Другие цели организации должны представлять собой средства их реализации. К таким средствам можно отнести маркетинг, производство, подбор и обучение персонала, проведение научно-исследовательских работ и др.

Имея в виду возможное значительное многообразие подходов к определению и структурированию сфер и целей, можно сделать вывод, что для коммерческих организаций целевая ориентация так или иначе должна быть связана с доходностью деятельности. Все остальные цели все равно будут отодвинуты на второй план и останутся средствами достижения прибыльности, так как именно прибыль предопределяет возможность существования, развития и процветания коммерческой организации.

Приведем перечень наиболее распространенных целей организаций:

- рост доходов;
- увеличение объемов производства и продаж;
- увеличение доли рынка;

- снижение себестоимости;
- повышение качества продукции;
- повышение конкурентоспособности;
- расширение номенклатуры и улучшения качества товаров и услуг;
- улучшение обслуживания клиентов;
- повышение производительности труда;
- социальная ответственность;
- благосостояние наемных работников.

Общая классификация целей организации изображена на рис. 8.3.

Естественно, что эффективно осуществить миссию фирмы можно лишь тогда, когда все средства, для этого используются, связанные в единую гармоничную систему. При этом каждый из этих средств, в свою очередь, тоже является системой, состоящей из разных компонентов. Например, предприятие состоит из взаимосвязанных цехов, отделов, служб. Каждый цех также является системой, включающей станки, различное оборудование, которое обслуживает персонал и т. д.

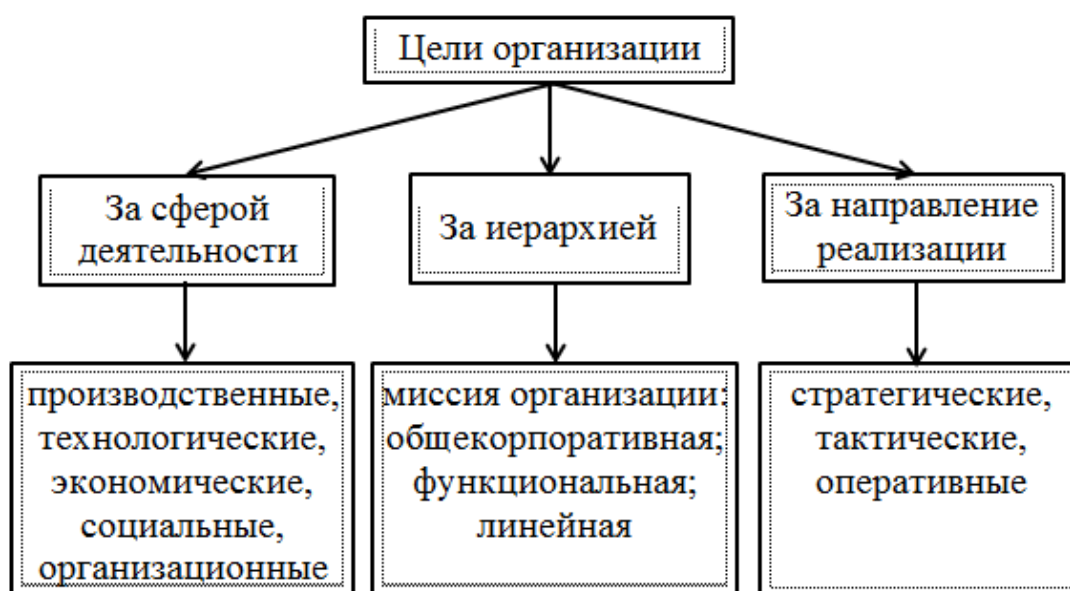


Рисунок 8.3 Квалификация целей организации

Совокупность средств, предназначенных для достижения какой-то цели, представляет собой систему, которая включает в себя много подсистем, как бы "вложенных" друг в друга. При этом каждая из этих систем является одновременно и целью, и средством: с одной стороны, можно говорить о интегральную качество, роль этой системы, то есть ее цель, для достижения которой предназначены компоненты системы как средства, а с другой стороны, вся данная система является средством для достижения целей более высокого уровня иерархии.

Важной особенностью социально-экономических систем является противоречивость целей, поскольку цели отдельных подразделений не всегда

совпадают с целями и функциями организации. Кроме этого, работники имеют свои собственные цели. Это свойство особенно важно учитывать при управлении. При несовершенном менеджменте цели отдельных подразделений предприятия могут быть противоположными. Например, если отдел сбыта желает получить как можно более широкий ассортимент продукции, а производственный отдел, наоборот, старается облегчить свои задачи за счет производства более узкого ассортимента. Поэтому для эффективного управления необходимо так распределить задачи между структурными подразделениями, чтобы их деятельность способствовала достижению главных целей предприятия.

Но, исходя из общих целей, не всегда легко удастся правильно определить задачи, стоящие перед органами управления организации на определенном этапе. Кроме этого, всегда возникают трудности с переходом к практическим формам и методам их реализации.

Если происходит разрыв между целями и средствами для их достижения, то организация не сможет решить поставленные задачи.

Методом системного анализа, направленным на обеспечение единства выбранной цели и средств ее достижения, является построение дерева целей (см. Тему 4.3). Начинается построение этого дерева по процедуре структуризации - разделения основной цели на элементы, то есть подцели, каждая из которых является средством или направлением ее достижения. Затем каждая из подцелей, в свою очередь, рассматривается как цель и делится на компоненты. Процесс разделения следует вести до тех пор, пока в самом нижнем уровне "дерева» не окажутся средства, реализация которых не вызывает принципиальных трудностей и сомнений.

Пример. Если целью первого уровня является увеличение доходов, то целями второго уровня может быть увеличение объемов производства и продаж, увеличение доли рынка. Целями третьего уровня - улучшение обслуживания клиентов, расширение и улучшение номенклатуры товаров и услуг, а целями четвертого уровня - повышение производительности труда и тому подобное.

Необходимо заметить, что на практике процесс структуризации осуществлять очень непросто. Он требует особой четкости мышления, так как в реальных системах много неформальных отношений, сложных взаимодействий, трудно выделить и учесть.

При выборе целей организации следует учитывать определенные требования, которые должны удовлетворять каждая цель. Цели должны быть четкими, количественно измеримыми, достижимыми, должны соотноситься с миссией и иметь временные рамки их достижения. Эти особенности целей называют SMART- характеристикой (SMART аббревиатура смотри ниже), представляющая собой совокупность важнейших требований к целям. Итак, цели должны быть:

Specific - четко определенными (цель должна четко фиксировать, что необходимо получить в результате деятельности, в срок ее необходимо достичь и кто отвечает за ее реализацию)

Measurable - измеряемыми (должен существовать возможность количественно или в какой-то другой способ объективно оценить, была ли цель достигнута)

Achievable - достижимыми (реальными)

Related - соотносительными и совместимыми (цели должны быть совместимы иерархически, то есть долгосрочные цели должны соответствовать миссии организации, среднесрочные должны обеспечивать достижение долгосрочных целей; кроме этого цели должны быть непротиворечивыми)

Time-bound - должна быть определена временная шкала по срокам достижения целей.

Кроме этого, цели должны быть гибкими (должна существовать возможность для корректировки целей в соответствии с изменениями во внешней и внутренней среде).

После определения миссии и целей организации выбирают определенную стратегию их осуществления.

**Стратегия организации** - это генеральный план действий, определяющий приоритеты стратегических задач, ресурсы и последовательность действий для их достижения. Поэтому построение дерева целей должно дополняться упорядоченным списком средств их реализации.

#### 8.4 Вопросы для самоконтроля

1. Социально-экономическая система, объединяющая орудия труда и группу людей, которые совместно реализуют определенную общую цель и действующих на основе определенных принципов и правил - это ...

2. Что является желательным конечным уровнем отдельных характеристик организации или результаты, на достижение которых направлена ее деятельность - это ...

3. Логические взаимоотношения уровней управления, позволяющие наиболее эффективно достигать цели организации - это ...

4. Определенная работа, ее часть или этап, серия работ, которая должна быть выполнена в заранее установленный срок и способ - это ...

5. Способ сочетание квалификационных навыков, оборудования, инфраструктуры, инструментов, соответствующих знаний, необходимых для осуществления желаемого преобразования входов системы (сырья, информации) в продукцию, услуги, информацию, удовлетворение потребностей заказчиков, сотрудников, потребителей - это ...

6. Руководители, рядовые исполнители, сотрудники разной квалификации, работающие в организации - это ...



7. Совокупность элементов, окружающих организацию и оказывают на ее деятельность существенное влияние - это ...

8. Факторы, которые могут не оказывать непосредственного и немедленного влияния на эффективность и устойчивость функционирования организации, но имеют определенное опосредованное влияние на нее - это ...

9. Факторы, которые непосредственно влияют на деятельность организации - это ...

10. Что является своеобразной философской и социальной установкой организации, ведущим направлением деятельности это ...

11. Как сокращенно называют совокупность важнейших требований к целям?

## ЛІТЕРАТУРА

1. Основы системного анализа: Підручник [Текст] / М.З. Згуровський, Н.Д. Панкратова. – К.: Видавнича група ВНУ, 2007. – 544 с.
2. Ладанюк А.П. Основы системного анализа. Навчальний посібник. – Вінниця, Нова книга, 2004. – 176 с. (б – 30шт)
3. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. – М.: Высшая школа, 1989. – 367 с. (1 шт. чит. Зал)
4. Шарапов О.Д., Дербенцев В.Д., Семьонов Д.С. Системный анализ: Навч.-метод. Посібник для самост. вивч. дисц. – К.: КНЕУ, 2003. – 154 с.
5. Ніконов О. Я., Кудін А.І., Костікова М.В., Скрипіна І.В, Шевченко В.О. Основы системного анализа. Навчальний посібник. – Харків, ХНАДУ, 2013. – 164 с.
6. Мушик Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений: Пер. с нем. – М.: Мир, 1990. – 208 с., ил.
7. Вітлінський В.В., Наконечний С.І., Терещенко Т.О. Математичне програмування: Навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц. – К.: КНЕУ, 2001. – 248 с.
8. Егоршин А.А., Малярец Л.М. Математическое программирование: Учебное пособие. – Харьков, ИД "ИНЖЭК", 2003. – 240 с. Русск. яз.
9. Бардачов Ю. М.Соколова Н. А., Ходаков В. С.Ходаков В. С. Дискретна математика: підруч. для студ. Вузів. – К.: Вища шк., 2007 (б 150 шт.)
10. Перельман М. А. Исследование операций в задачах автомобильного транспорта: учеб. пособие для студентов спец. 7.100401 – Х., 1995 (б 7 шт.)
11. Анфилатов В.С.Емельянов А.А., Кукушкин А.А. Системный анализ в управлении: Учеб. Пособие.– М.: Финансы и статистика, 2002. (1шт.)

## Информационные ресурсы

1. Волкова В.Н., Денисов А.А. Основы теории систем и системного анализа
2. [victor-safronov.ru/systems-analysis/lectures/rodionov/00.html](http://victor-safronov.ru/systems-analysis/lectures/rodionov/00.html)
3. <http://svetlov.timacad.ru/umk5/glossary.htm> Н.М. Светлов Словарь основных терминов по курсу «Теория систем и системный анализ»
4. <http://www.aup.ru/books/m251/7.htm> *Калужский М.Л.* Общая теория систем. Курс лекций. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2007. – 144с.
5. [http://www.vgam2004.narod.ru/\\_tssa/surmin\\_TSSA.pdf](http://www.vgam2004.narod.ru/_tssa/surmin_TSSA.pdf) Ю. П. Сурмин Теория систем и системный анализ: Учеб. пособие. — К.: МАУП, 2003. — 368 с

Навчальне видання

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

з дисципліни «Основи системного аналізу»

для студентів денної форми навчання  
за напрямом підготовки 6.060101 «Будівництво»

Укладачі: КУДІН Анатолій Іванович  
ШЕВЧЕНКО Вікторія Олександрівна

Відповідальний за випуск *А.І.Левтеров*

В авторській редакції

Комп'ютерна верстка

План 2017. Поз. \_\_\_\_.

Підписано до друку \_\_. \_\_. 2016 р. Формат 60x84 1/16. Папір газетний.

Гарнітура Times New Roman Cyr. Віддруковано на різнографі.

Ум. друк. арк. \_\_\_\_ . Обл.-вид. арк. \_\_\_\_ .

Зам. № \_\_\_\_ . Тираж 100 прим. Ціна договірна

**ВИДАВНИЦТВО**

**Харківського національного автомобільно-дорожнього університету**

**Видавництво ХНАДУ, 61002, м. Харків-МСП, вул. Петровського, 25.**

**Тел./факс: (057)700-38-64; 707-37-03,**

Свідоцтво Державного комітету інформаційної політики, телебачення та радіомовлення України про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції, серія ДК № 89 від 17.04.2002 р