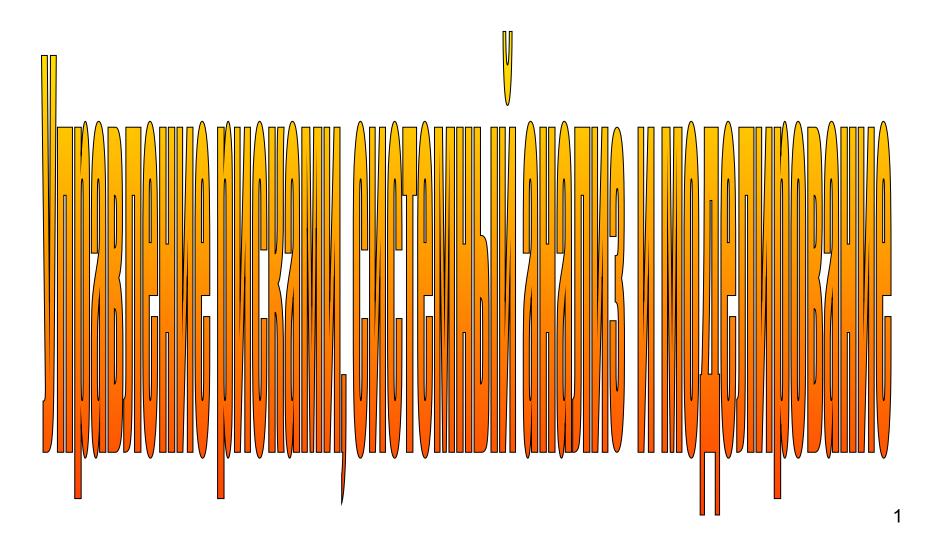
### Антюхов Валерий Иванович



Тема. Основы системного анализа для управления сложными организационнотехническими системами МЧС России

#### Лекция 1.

Понятийный аппарат и методология системных исследований

#### Учебные вопросы:

- 1. Предмет и задачи общей теории систем
- 2. Основные понятия общей теории систем
- 3. Свойства и классификация систем
- 4. Описание систем

### Рекомендованная литература

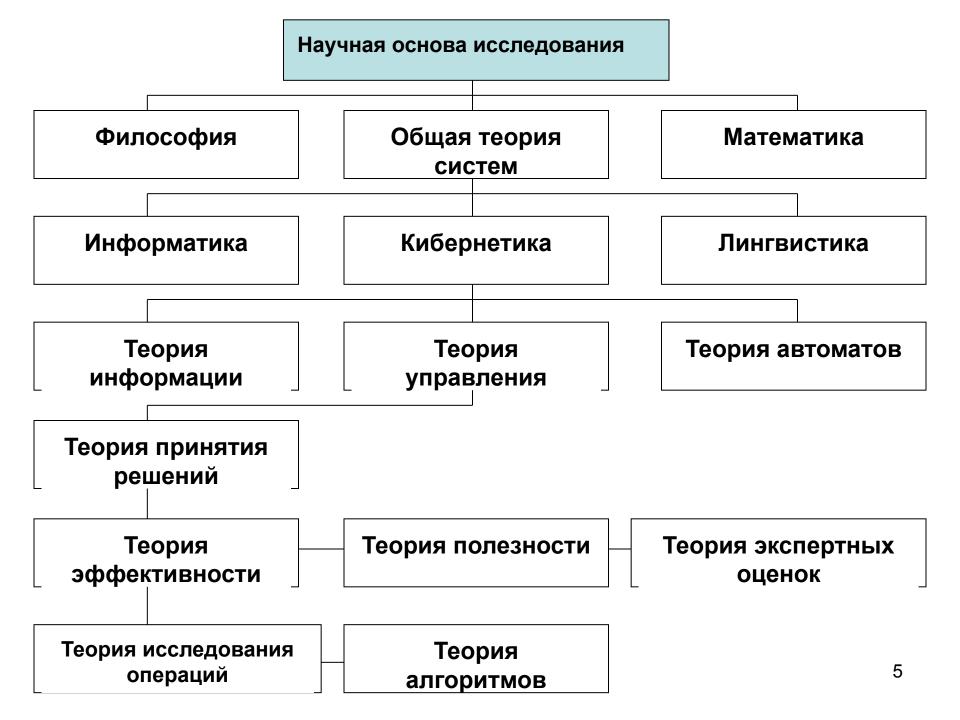
#### Основная:

- 1. Системный анализ и принятие решений: учебник / под общей ред. В.С. Артамонова. СПб.: Изд-во СПб УГПС МЧС РФ, 2009.378 с.
- 2. Системный анализ в управлении: учеб. пособие / В.С. Анфилатов, А.А. Емельянов, А.А. Кукушкин. М.: Финансы и статистика, 2009. 368 с.

## **Лекция 1.** Понятийный аппарат и методология системных исследований

Учебный вопрос 1.

Предмет и задачи общей теории систем



### Названия общей теории систем

- Общая теория систем (Л.Бертоланфи, К. Боулдинг, В.Н.Садовский, У.Р.Эшби)
- Системная идеология (М.Месарович)
- Системная методология (И.Клир)
- Системология (В.Н.Глушков)
- Теория сложных систем (Н.П.Бусленко) и др.

### Две трактовки общей теории систем

- 1. ОТС это метатеория относительно теории систем различных классов (как общая теория системных теорий)
- 2. ОТС это теория сложных систем

# Объект и предмет изучения общей теории систем

- *Объект* системные образования любой природы
- *Предмет* закономерности создания, функционирования и развития системных образований любой природы

# Основные задачи общей теории систем

- Разработка средств представления исследуемых объектов как систем
- Построение обобщенных концептуальных и формальных моделей систем и классов систем
- Разработка общих принципов организации и логико-математического аппарата для системных исследований
- Создание различных частных теорий систем
- Развитие системных концепций общего характера

### Уровни исследования общей теории систем

- 1. Эмпирико-интуитивный (характеризуется связью с реальным миром и позволяет проводить экспериментальную проверку теоретических построений. На этом уровне определяются все основные системные понятия)
- 2. Логико-формальный (характеризуется строгостью выводов, построением абстрактных моделей и дедуктивным выводом из этих моделей свойств реальных объектов)

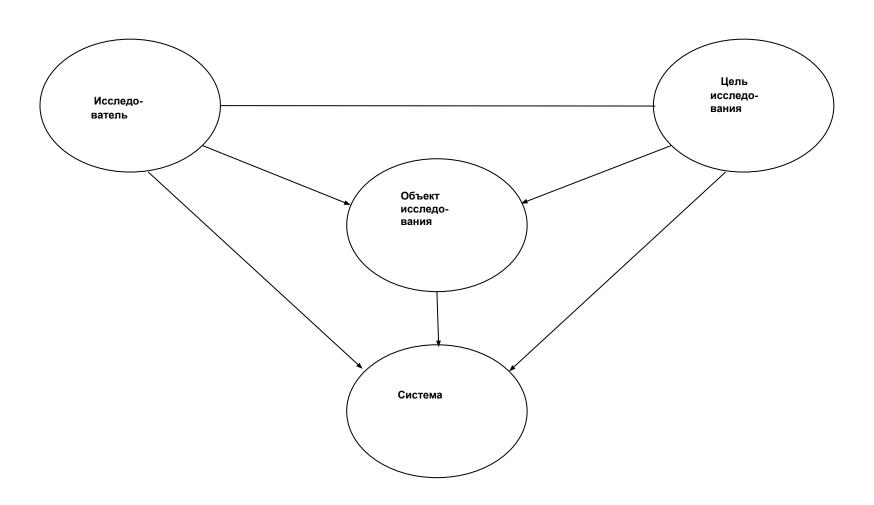
# Место и роль общей теории систем

- *Mecmo OTC*: она опирается на другие науки и работает на них
- Роль ОТС:
  - способствует интеграции различных дисциплин;
  - создает условия, при которых возможны переходы от одного уровня исследования к другому;
  - активизирует методологические исследования;
  - в ОТС изучаются те аспекты систем, которые вытекают из их общих свойств, а не из конкретного содержания

## Научные дисциплины, объединяемые общей теорией систем

- *Кибернетика* (изучает только системы с управлением)
- Системный анализ (изучает общие принципы проведения исследований, направленных на решение проблем)
- Исследование операций (изучает вопросы количественного обоснования решений в операциях)
- **Системотехника** (изучает методы проектирования сложных, главным образом технических систем)

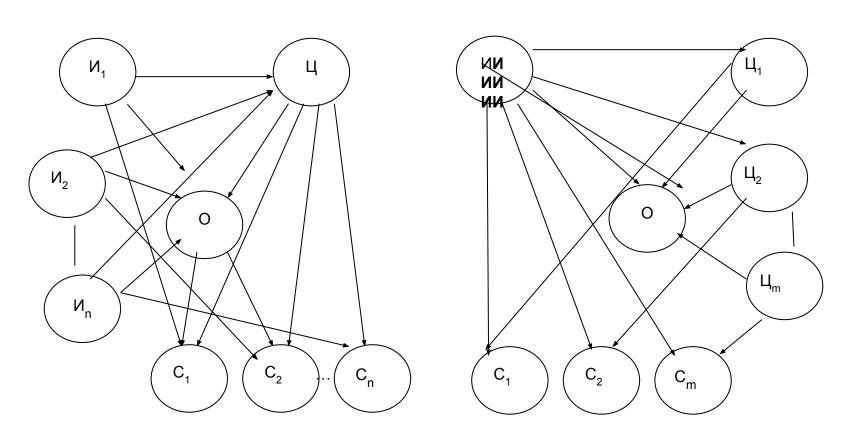
### Условия построения систем



### Состав элементов среды



### К построению системы



## **Лекция 1.** Понятийный аппарат и методология системных исследований

Учебный вопрос 2.

Основные понятия общей теории систем

#### Основные понятия общей теории систем

- Целое объект, обладающий интегративными свойствами.
- Элемент часть объекта, обладающая определенной самостоятельностью по отношению ко всему объекту.
- Связь то, что соединяет элементы в объекте.
- Система целостная совокупность связанных элементов.
- *Среда* множество объектов вне системы, которые оказывают влияние на систему, либо сами находятся под ее воздействием.
- *Подсистема* часть системы, выделенная по определенному признаку и допускающая разложение на элементы в рамках данного рассмотрения.
- *Структура* совокупность составляющих систему элементов и связей между ними.
- *Качество* совокупность свойств, указывающих на то, что представляет объект, и выделяющих его из всех других объектов.
- Свойство сторона объекта, обуславливающая его различие или сходство с другими объектами и проявляющаяся во взаимодействии с ними.
- Характеристика то, что отражает некоторое свойство объекта.

## Основные понятия общей теории систем (продолжение)

- **Состояние** множество значений существенных характеристик объекта в данный момент времени.
- *Ситуация* совокупность состояний системы и среды в один и тот же момент времени.
- *Поведение* последовательность состояний, принимаемых объектом во времени.
- *Развитие* процесс перехода объекта от старого к новому качественному состоянию.
- *Функционирование* проявление действия системы, осуществление в ней различных процессов.
- *Назначение* (предназначение) то, для чего создан, существует и функционирует объект.
- **Цель** ситуация или область ситуаций, которая должна быть достигнута при функционировании системы (результат, подлежащий достижению).
- Управление процесс формирования целенаправленного поведения системы, осуществляемый посредством информационных воздействий.
- Объект явление, предмет, на который направлена деятельность.

## **Лекция 1.** Понятийный аппарат и методология системных исследований

Учебный вопрос 3.

Свойства и классификация систем

### Свойства систем

- Объекты системного исследования весьма многочисленны и многообразны.
- Разделение систем на классы позволяет существенно облегчить проведение исследований.
- Для выделения классов могут использоваться различные классификационные признаки (свойства).
- Основными из них считаются: природа элементов, происхождение, длительность существования, изменчивость свойств, степень сложности, отношение к среде, характер взаимодействия со средой и характер поведения системы.

### Классификация систем

#### • Природа элементов:

- реальные;
- абстрактные;

#### • Происхождение:

- естественные;
- искусственные;

#### • Длительность существования:

- постоянные;
- временные;

#### • Изменение свойств:

- стабильные;
- нестабильные;

### Классификация систем (продолжение)

- Степень сложности:
  - простые;
  - сложные;
- Отношение к среде:
  - открытые;
  - замкнутые;
- Реакция на воздействие среды:
  - активные;
  - пассивные;
- Характер поведения:
  - с управлением;
  - без управления.

## **Лекция 1.** Понятийный аппарат и методология системных исследований

Учебный вопрос 4.

Описание систем

### Способы описания систем

- Реальные системы неисчерпаемы в своих свойствах и для их познания необходимо использовать те или иные уровни абстрагирования.
- Обзор современного состояния математики и работ по абстрактной теории систем позволяет утверждать, что наиболее пригодны следующие уровни абстрактного описания систем:
- 1) символический (лингвистический);
- 2) теоретико-множественный;
- 3) абстрактно-алгебраический;
- 4) топологический;
- 5) динамический;
- 6) логико-математический;
- 7) теоретико-информационный;
- 8) эвристический.

#### Лингвистический способ описания систем

- *Лингвистический способ* обеспечивает описание с наиболее высоким уровнем абстрагирования, из которого как частные случаи могут быть получены другие уровни.
- <u>При лингвистическом способе описания используется</u> некоторый абстрактный язык. С его помощью формируются понятия и высказывания, содержащие варьируемые переменные (конституенты).
- В зависимости от значений конституент высказывание может быть истиным или ложным, правильным или неправильным.
- Все высказывания делятся обычно на два типа:
- 1) термы (имена предметов, члены предложения и т.д.), определяющие объекты исследования;
- 2) функторы, определяющие отношения между исследуемыми объектами.
- На лингвистическом уровне описания система определяется как множество правильных высказываний (по М. Месаровичу).

## Теоретико-множественный способ описания систем

- Описание ведется в терминах теории множеств.
- Система представляется как множество элементов, причем:
  - а) число элементов множества конечно;
  - б) число элементов множества не меньше двух;
  - в) множество не содержит пустых элементов.
- Связи между элементами описываются в виде матрицы элементов.
- С помощью теоретико-множественного уровня абстрагирования можно получить только общие сведения о реальных системах.
- Для более конкретных целей необходимы другие абстрактные модели.
- Это обусловило появление многих других способов описания систем, являющихся частными по отношению к теоретикомножественному описанию.

#### Абстрактно-алгебраический и топологический уровни описания систем

- Абстрактно-алгебраический уровень. Если связи между элементами рассматриваемых множеств устанавливаются с помощью некоторых однозначных функций, отображающих элементы множества в само исходное множество, то получается абстрактно-алгебраический уровень описания.
- *Топологический уровень*. Имеется топологический уровень, когда на элементах рассматриваемых множеств определены топологические структуры.

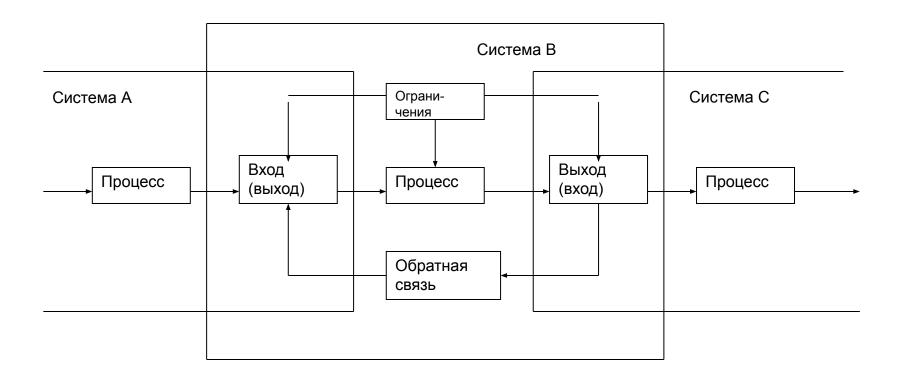
## Динамический (процессный, потоковый) уровень описания систем

- Всем без исключения объектам действительности присуще движение (изменения, процессы). Вне процессов не существует систем.
- Отсюда и следует динамический (процессный, потоковый) способ описания систем.
- Согласно этому способу основным элементом всякой системы выступает процесс. С помощью этих элементов может быть представлена, причем стандартным образом, любая реальная система.
- При динамическом описании система наделяется свойством иметь входы и выходы, так, что в неё в определенные моменты времени можно вводить вещество, энергию и информацию, а в другие моменты выводить их.
- Процессы в таких системах могут протекать непрерывно, либо совершаться в дискретные моменты времени. Предполагается, что вход системы не может быть произвольным (например, бесконечно большим), а должен принадлежать ограниченному множеству значений. Аналогичным способом определяются и выходы. Кроме входов и выходов вводится понятие состояния, характеризующее внутреннее свойство.
- Знание состояний в совокупности со знанием входных сигналов, действующих в определенный момент времени, определяют выходной сигнал в последующий момент времени.
- На нижних уровнях описания можно формализовать понятия цели, решения, адаптации, обучения, самообучения и т. д.

## Динамический (процессный) способ представления систем

- В системном анализе используется динамический (процессный) способ представления систем.
- Этот способ опирается на известное положение, что всем объектам действительности присуще движение (изменение, процессы).
- Согласно этому способу элементами любой системы выступают:
- вход;
- процесс;
- выход;
- обратная связь;
- ограничения.

## Динамический (процессный) способ представления систем



Тема. Основы системного анализа для управления сложными организационнотехническими системами МЧС России

## **Лекция 2.** Методология системотехнических исследований

#### Учебные вопросы:

- 1. Сущность и принципы системного подхода
- 2. Этапы системных исследований
- 3. Системный анализ как форма системного подхода
- 4. Технологическая схема системного анализа

## **Лекция 2.** Методология системотехнических исследований

Учебный вопрос 1.

# Сущность и принципы системного подхода

## Назначение системного подхода и системного анализа

- Системный подход определяет общие принципы и ориентации при проведении системного исследования, не доводя их до определенных действий
- Новым в системном подходе является то, что исследуемый объект рассматривается как динамическое целое, причем целое считается более важным, чем части, процессу отдается предпочтение перед составляющими его элементами

## Назначение системного подхода и системного анализа

• Системный анализ является формой системного подхода и представляет собой совокупность научных методов и практических приемов решения проблем

### Сущность системного подхода

- Сущность системного подхода заключается в:
  - а) понимании объекта исследования как системы;
  - б) понимании процесса исследования как системного.
- Понимание объекта исследования как системы состоит в том, что при применении системного подхода любой исследуемый объект рассматривается как единое развивающееся целое с учетом того, что:
  - 1) исследуемый объект это относительно самостоятельная система и в то же время подсистема вышестоящей системы (суперсистемы);
  - 2) система состоит из элементов и определяется их свойствами, но не сводится к их сумме, а обладает особым свойством, присущим лишь системе в целом;

35

### Сущность системного подхода

- 3) между элементами системы существуют различные связи, наиболее важными из которых являются системообразующие связи и благодаря которым система приобретает свои особые системные свойства;
  - 4) различные связи между элементами системы определяют ее структуру, представляющую собой ряд уровней по вертикали и «срезов» по горизонтали. Эта структура отражает между подсистемами и элементами системы отношения субординации и координации;
  - 5) система, исходя из своей природы или назначения, роли в суперсистеме, структуры и характера связей с внешней средой, осуществляет определенные функции;
  - 6) каждый элемент системы и вся она в целом находятся в развитии, т.е. подвергаются направленным и необратимым количественным и качественным изменениям

### Сущность системного подхода

• Понимание процесса исследования как системного состоит в том, что системный процесс исследования предполагает объективное, конкретное, всестороннее рассмотрение явлений при сочетании анализа и синтеза, углублении в сущность и переходу к конкретному знанию

### Основные и дополнительные принципы системного подхода

#### • Основные принципы:

- цели;
- целостности;
- сложности;
- историзма;

#### • Дополнительные принципы:

- всесторонности;
- системообразующих отношений;
- субординации;
- опережающего отражения;
- компенсации;
- динамичности.

#### Принцип цели

- Принцип цели ориентирует на необходимость выявления предназначения, цели функционирования объекта. Исследователя должно интересовать, в первую очередь, не как построена система, а:
  - для чего она существует;
  - какая цель стоит перед системой;
  - чем цель вызвана;
  - каковы средства достижения цели

#### Принцип целостности

- Принцип целостности предполагает исследование объекта как нечто выделенного из совокупности других объектов и выступающее целым по отношению к ним
- Выделенный объект система, характеризующаяся как некая целостность, обладает свойствами, не сводящимися к сумме свойств его элементов
- Согласно принципу целостности нельзя ограничиваться исследованием отдельных сторон объекта-системы, хотя и это и это исследование не надо исключать

### Принцип сложности

- Указывает на необходимость исследования объекта как сложной совокупности составляющих его элементов, которые связаны между собой и с элементами среды многообразными связями
- Согласно принципу сложности в ходе исследования необходимо упрощение объекта, но до такой степени, чтобы объект сохранял свои существенные свойства
- Найти простое в сложном и сложное в простом, определить все многообразие связей — это творческий процесс, приводящий в конечном итоге к более глубокому познанию объекта

#### Принципы системного подхода

- *Принцип историзма* требует проведение анализа системы в прошлом и настоящем, что позволяет выявить закономерности и тенденции ее развития
- *Принцип всесторонности* предписывает учитывать все внутренние связи объекта и факторы, которые влияют на его функционирование
- Принцип системообразующих отношений предполагает поиск исследователем тех связей между элементами объекта, которые обеспечивают его целостность, существование и развитие
- *Принцип субординации* указывает на необходимость построения иерархии элементов и связей по четко определенным признакам

#### Принципы системного подхода

- Принцип опережающего отражения требует не останавливаться на констатации настоящего состояния объекта, а прогнозировать его будущее состояние
- *Принцип компенсации* обязывает производить оценку результатов функционирования не только по непосредственному эффекту, а по интегральному эффекту
- *Принцип динамичности* устанавливает, что все характеристики объекта нужно рассматривать не как раз и на всегда данные, а как изменяющиеся данные

## Сфера применения принципов системного подхода

- Рассмотренные принципы системного подхода абстрагированы от какой-либо предметной области
- Это позволяет использовать их во всех научных теориях и дисциплинах

# Сфера применения принципов системного подхода

- Системный подход выступает как своеобразное связывающее звено между материалистической диалектикой и специальными методами частных наук
- Уходя своими истоками в материалистическую диалектику, истемный подход трансформирует её требования применительно к определённым задачам исследований и практических действий

# Сфера применения принципов системного подхода

• Системный подход общенаучен по сфере действия, но специализирован по назначению

### **Лекция 2.** Методология системотехнических исследований

Учебный вопрос 2.

Этапы системных исследований

#### Этапы системного исследования

- <u>Этап 1.</u> Установление цели исследования объекта.
- <u>Этап 2</u>. Определение назначения и цели функционирования исследования объекта.
- <u>Этап 3</u>. Выделение и структуризация объекта.
- <u>Этап 4</u>. Вскрытие механизма функционирования объекта.
- <u>Этап 5</u>. Исторический анализ объекта.
- <u>Этап 6</u>. Сравнение объекта с другими объектами.

# Этап 1. Четкая формулировка цели исследования объекта

- Цель исследования определяет выделение системы и элементов, её внешней среды
- При отсутствии четкой формулировки цели на исследование нет никакого смысла рассматривать данный объект как систему
- Изменение цели исследования часто вынуждает исследователя переходить от данной системы к другой системе путём расширения или сужения элементного состава

# Этап 2. Точное и полное определение назначения (цели функционирования) объекта

- Всякий объект интересен прежде всего своим назначением
- Определение назначения (цели функционирования) объекта центральный момент системного исследования
- При исследовании <u>необходимо определить</u> <u>общую и частную цели</u>, осуществимость целей, требуемые ресурсы для осуществления целей
- Цель не возникает сама по себе, а вытекает из цели функционирования системы более высокого уровня

# Этап 2. Точное и полное определение назначения (цели функционирования) объекта

- Для сложной системы может быть построено дерево целей
- Цель любой системы формируется суперсистемой (системой вышестоящего уровня) в виде требований к результату её функционирования
- Для сложных систем строят дерево целей, которое является наглядной графической моделью целеобразования системы в целом и её отдельных подсистем

- При построении дерева целей необходимо иметь в виду следующее:
- а) цели нижних уровней всегда являются средствами достижения целей высших уровней;
- б) ни одна цель любого уровня иерархии, кроме последнего, не достигается непосредственно, а через достижение подцелей, на которые она распадается;
- в) каждая подсистема может обладать собственными подцелями, отличающимися от глобальной цели;

г) в системе существует состязательность, взаимосвязь и переплетение целей, которые проявляются на всех уровнях дерева целей.

Состязательность целей выражается в том, что иногда приходится поступаться степенью реализации одной цели во имя достижения другой, а взаимосвязь (взаимоподдержка) целей состоит в том, что нередко достижение одной цели способствует реализации другой.

Анализ и учет как состязательности, так и взаимосвязи и переплетения целей дают важный материал для принятия обоснованных решений;

- д) цели верхних уровней формулируются в более общем виде. По мере продвижения вниз происходит конкретизация целей;
- е) дерево целей реализуется наиболее эффективно, если каждая подсистема будет стремиться к достижению своей цели, имея в виду цель всей системы

- Выявление целей и подцелей наиболее ответственная работа при системном исследовании, которая оказывает весьма существенное влияние на результаты анализа и синтеза системы
- Дерево целей дает возможность уточнить и разграничить функции управления между подсистемами

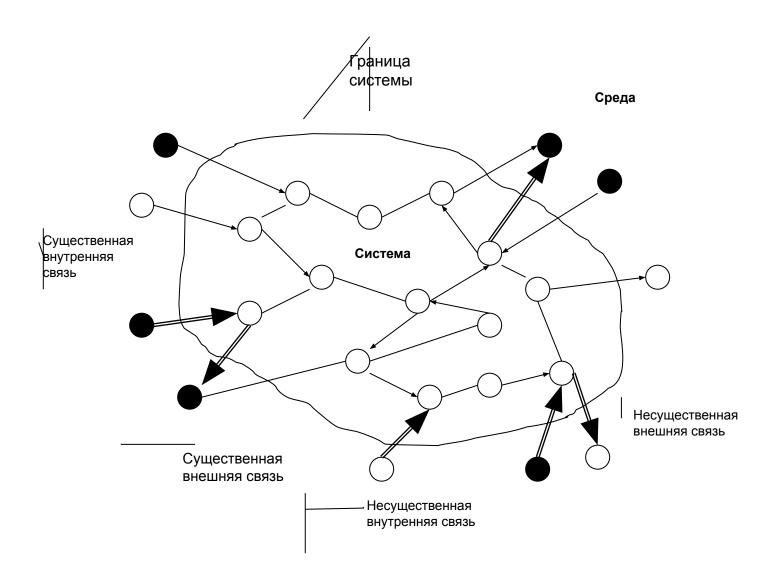
# Содержание обработки целевой информации

- Целевая информация нуждается в следующей обработке:
  - **детализация целей** (путем построения дерева целей);
  - установление взаимосвязи и дублирования целей (с помощью матричного анализа);
  - **оценка относительной важности целей** (*методами экспертных оценок*);
  - определение затрат на достижение целей (методами математической статистики);
  - прогнозирование возможных изменений цели (методы сценариев);
  - проверка и испытание целей (метод имитации).

# Этап 3. Выделение системы и изучение её структуры

- Выделение системы и среды связано с ограничением некоторого множества элементов, относящихся к объекту, и множества за его пределами
- Это значит, что нужно определить:
  - а) состав системы (из каких элементов состоит система);
  - б) состав среды (из каких элементов состоит среда);
  - в) характер внутренних связей (как элементы связаны между собой);
  - г) характер внешних связей системы (как система связана со средой)

### К выделению системы и среды



#### Этап 3. Выделение системы и изучение её структуры

- Свойства и функции системы как целого нельзя выявить и понять без учёта свойств её элементов
- С другой стороны, свойства и функции элементов системы элементов определяются их местом в ней и не могут быть выявлены и поняты полностью без учёта свойств целого
- Целостность системы конкретизируется и выражается через связи. Без вскрытия связей нельзя представить структуру системы и произвести её анализ

# Этап 3. Выделение системы и изучение её структуры

- Процесс выделения элементов системы и установления связей между ними принято называть *структуризацией*
- Глубина структуризации зависит от двух основных факторов:
  - значимости влияния элементов системы на её свойства;
  - требуемой степени снятия неопределённости
- При изучении структуры выявляются закономерности связей системных элементов, которые придают объекту целостность, и определяется степень сложности системы

### Этап 4. Последовательное раскрытие механизма функционирования системы

- Функциональное описание необходимо для того, чтобы определить важность системы, её место и отношение к другим системам
- Исследуются две стороны функционирования системы:
  - внутренняя;
  - внешняя

### Этап 4. Последовательное раскрытие механизма функционирования системы

- Внутренняя сторона связана с взаимодействием элементов системы между собой, внешняя с взаимодействием системы со средой
- При исследовании вскрывается:
  - а) набор функций и изменения их на различных этапах функционирования системы;
  - б) функционирование всей системы в целом;
  - в) функционирование отдельных подсистем

# Этап 5. Рассмотрение системы на всех стадиях её жизненного цикла

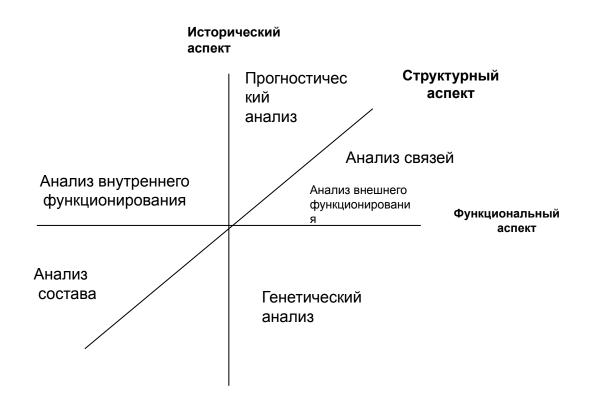
- Исследование функционирования системы ещё ничего не говорит об её происхождении, развитии и перспективах на дальнейшее существование
- Для полноты исследования система должна быть рассмотрена ещё в историческом аспекте
- Рассмотрение ведется с генетической и прогностической точек зрения (для систем, прекративших свое существование, только с генетической)
- В ходе *генетического анализа* прослеживается происхождение и развитие системы до тех пор, пока она не стала предметом исследования
- Прогностический анализ даёт ответ на вопрос о будущем системы

- Этап 6. Сравнение системы с другими в какомто отношении ей близкими системами для обнаружения сходства
- При обнаружении сходства полученные ранее результаты исследований могут быть распространены на данную систему и наоборот

### Отличие системного подхода от аналитического подхода

- Системный подход обязывает исследователя двигаться не от частей к целому, а от целого к частям и затем снова к целому.
- Описание объекта в системных понятиях предполагает, что объект уже выделен как определенная целостность и перед исследователем стоит задача вскрыть присущие объекту свойства.
- Системные исследования проводятся по трем взаимосвязанным аспектам: структурном (СА), функциональном (ФА) и историческом (ИА) (см. рис. на след. слайде).

#### Компоненты системного исследования



#### Уровни представления объекта при системном исследовании

- В общем случае для любого исследуемого объекта минимально требуется три разных уровня представления:
  - 1) представление как подсистемы в системе более высокого уровня;
  - 2) представление с точки зрения присущих объекту интегративных свойств;
  - 3) представление внутреннего строения и роли элементов в формировании интегративных свойств

#### Уровни представления объекта при системном исследовании

- Синтез разных системных представлений даёт необходимые знания об объекте
- В научной и практической деятельности системный подход используется в различных формах
- Различия между ними вытекают из специфики исследуемых объектов и определяются принятым системным представлением
- Широко используемой формой системного подхода является *системный анализ*

### **Лекция 2.** Методология системотехнических исследований

Учебный вопрос 3.

- Системный анализ представляет собой совокупность научных методов и практических приемов решения разнообразных проблем на основе системного анализа
- <u>Системный анализ</u> это методология решения проблем
- Определение *системный* означает, что исследования основываются на использовании положений общей теории систем
- Термин "анализ" характеризует саму процедуру проведения исследований, основанную на концепциях проблемы, решения проблемы и системы

- <u>Проблема</u> определяется как различие (несоответствие) между существующим и требуемым положениями дел в какой-либо области. Существующему положению дел соответствует существующая система, требуемому требуемая система
- Требуемое положение дел отождествляется с целью, которая должна быть достигнута
- В зависимости от глубины познания все проблемы условно делят на:
  - неструктуризованные;
  - структуризованные

- Неструктуризованным проблемам соответствует сугубо качественная формулировка и их решение возможно лишь на чисто эвристической основе
- Среди структуризованных проблем различают:
  - хорошо структуризованные;
  - слабоструктуризованные.
- Хорошо структуризованные проблемы формулируются количественно и решаются в рамках *исследования операций*
- При формулировке слабоструктуризованных проблем используются как количественные, так и качественные элементы, причём последние доминируют

## Особенности слабоструктуризованных проблем

- 1) информация по проблеме никогда не бывает полной;
- 2) получение наиболее важной информации производится с помощью экспертов;
- 3) множество решений проблемы имеет большую размерность;
- 4) принятие решения сопряжено с риском
- Для решения проблем этого типа и предназначен системный анализ

# Системный анализ как форма системного подхода

- Основными <u>атрибутами проблемы</u> выступают:
  - важность;
  - масштаб (размеры несоответствия);
  - место и время возникновения

# Системный анализ как форма системного подхода

- Каждую проблему можно расчленить на подпроблемы
- Проблема проявляется в *симптомах*
- Систематически проявляющиеся симптомы образуют *тенденцию*
- *Выявление проблемы* есть процесс идентификации симптомов
- Очевидно, что идентификация возможна при условии знания требуемого состояния (цели)
- За выявлением проблемы следует прогнозирование её развития и оценка её актуальности, позволяющая определить необходимость решения проблемы

# Системный анализ как форма системного подхода

- <u>Решение проблемы</u> состоит в ликвидации различия между существующим и требуемым положением дел (в замене существующей системы новой или в совершенствовании существующей системы)
- Из данной концепции следует ответ на важный вопрос: «Для чего создается та или иная система?»
- Система есть средство решения проблемы
- Если проблема отсутствует, не нужно создавать и систему

### Компоненты системного анализа

- *цель*, которую должна достичь функционирующая система;
- *альтернативы* (варианты систем), посредством которых возможно достижение выдвинутой цели;
- *ресурсы*, необходимые для создания или совершенствования и использования того или иного варианта системы;
- *критерий*, по которому сравниваются альтернативы и осуществляется выбор одной из них;
- *модель*, отражающая связь цели, альтернатив, ресурсов и критерия

## **Лекция 2.** Методология системотехнических исследований

Учебный вопрос 4.

# Технологическая схема системного анализа

### Технология системного исследования

- Для реализации процесса решения проблем системный анализ предлагает стандартный набор функций, которые не зависят от методов их выполнения и определяют в известной степени технологию системного исследования:
- 1) определение цели системы;
- 2) выявление и формулировка проблемы;
- 3) анализ проблемы и построение модели;
- 4) поиск возможного набора решений проблемы (альтернатив);
- 5) оценка решений и выбор наиболее приемлемого из них;
- 6) принятие решения, его согласование и утверждение;
- 7) реализация принятого решения;
- 8) оценка результатов решения проблемы (проверка эффективности решения проблемы).

### Схема исследования проблем на основе системного анализа

#### 1. Общий анализ моделируемой (создаваемой) системы.

- 1.1. Определение места и роли системы в системе более высокого уровня (суперсистеме).
  - 1.1.1. Выявление суперсистемы.
  - 1.1.2. Определение места системы в суперсистеме.
  - 1.1.3. Определение роли системы в суперсистеме.
  - 1.2. Определение назначения и функций системы.
    - 1.2.1. Определение назначения системы.
    - 1.2.2. Определение функций системы.
    - 1.2.3. Декомпозиция функций системы.
  - 1.3. Структуризация системы и ее среды.
    - 1.3.1. Процессное представление функций системы и ее среды.
    - 1.3.2. Определение структуры входа системы.
    - 1.3.3. Определение структуры выхода системы.
    - 1.3.4. Определение структуры процесса системы (процессора).
    - 1.3.5. Определение структуры обратной связи системы.
    - 1.3.6. Определение структуры ограничений системы.
  - 1.4. Вскрытие механизма функционирования системы.
    - 1.4.1. Определение режимов функционирования.
    - 1.4.2. Построение алгоритма функционирования системы в целом.
    - 1.4.3. Построение алгоритма функционирования подсистем.
  - 1.5. Раскрытие жизненного цикла системы.
    - 1.5.1. Выделение и характеристика стадий жизненного цикла.
    - 1.5.2. Выделение и характеристика фаз для каждой стадии.

#### 2. Определение проблемы.

- 2.1. Определение состава показателей качества системы.
  - 2.1.1. Построение дерева свойств системы.
  - 2.1.2. Формирование показателей качества системы.
- 2.2. Определение требований к системе.
  - 2.2.1. Выбор (разработка) методик определения требований к системе.
  - 2.2.2. Определение требуемых значений показателей качества системы.
- 2.3. Оценка качества существующей системы.
- 2.3.1. Выбор (разработка) методик оценки качества существующей системы.
  - 2.3.2. Определение фактических значений показателей качества системы.
- 2.4. Определение несоответствия существующей системы требованиям и вскрытие механизма его возникновения.
  - 2.4.1. Сравнение требуемых и фактических значений показателей качества системы.
- 2.4.2. Вскрытие основных симптомов несоответствия и причин их возникновения.
  - 2.4.3. Вскрытие тенденций несоответствия и причин их возникновения.

- 2.4.4. Вскрытие закономерностей несоответствия и причин их возникновения.
- 2.5. Формулирование проблемы и определение ее атрибутов.
  - 2.5.1. Формулировка полного и сокращенного названия проблемы.
  - 2.5.2. Определение атрибутов проблемы.
- 2.6. Выявление связей проблемы с другими проблемами.
  - 2.6.1. Выявление места и роли проблемы в глобальной проблеме.
  - 2.6.2. Выявление смежных проблем.
- 2.7. Прогнозирование развития проблемы.
  - 2.7.1. Установление условий развития проблемы.
  - 2.7.2. Определение периода существования проблемы.
  - 2.7.3. Выявление изменения проблемы во времени.
- 2.8. Оценка актуальности проблемы.
  - 2.8.1. Определение последствий существования проблемы.
  - 2.8.2. Формулирование вывода об актуальности проблемы.

### 3. Определение путей, направлений и этапов решения проблемы.

- 3.1. Структуризация проблемы.
  - 3.1.1. Выделение подпроблем и установление связей между ними.
  - 3.1.2. Определение значимости подпроблем.
  - 3.1.3. Определение структурированности проблемы.
- 3.2. Выявление узких мест в системе.
- 3.2.1. Установление зависимости между характеристиками системы и показателями ее качества.
- 3.2.2. Определение степени влияния характеристик системы на показатели ее качества.
- 3.2.3. Нахождение подсистем и элементов, являющихся узкими местами в системе.
- 3.3. Исследование альтернативных путей решения проблемы.
  - 3.3.1. Оценка эффективности совершенствования системы.
  - 3.3.2. Оценка эффективности разработки новой системы.
  - 3.3.3. Выбор пути решения проблемы.

- 3.4. Определение направлений совершенствования (принципов построения) системы.
  - 3.4.1. Определение возможных направлений совершенствования (принципов построения) системы в целом.
  - 3.4.2. Определение возможных направлений совершенствования (принципов построения) видов обеспечения системы.
  - 3.4.3. Сравнение и выбор наиболее предпочтительных направлений
- совершенствования (принципов построения) системы.
  - 3.5. Выделение этапов решения проблемы.
    - 3.5.1. Определение числа и содержания этапов решения проблемы.
    - 3.5.2. Определение продолжительности этапов решения проблемы.