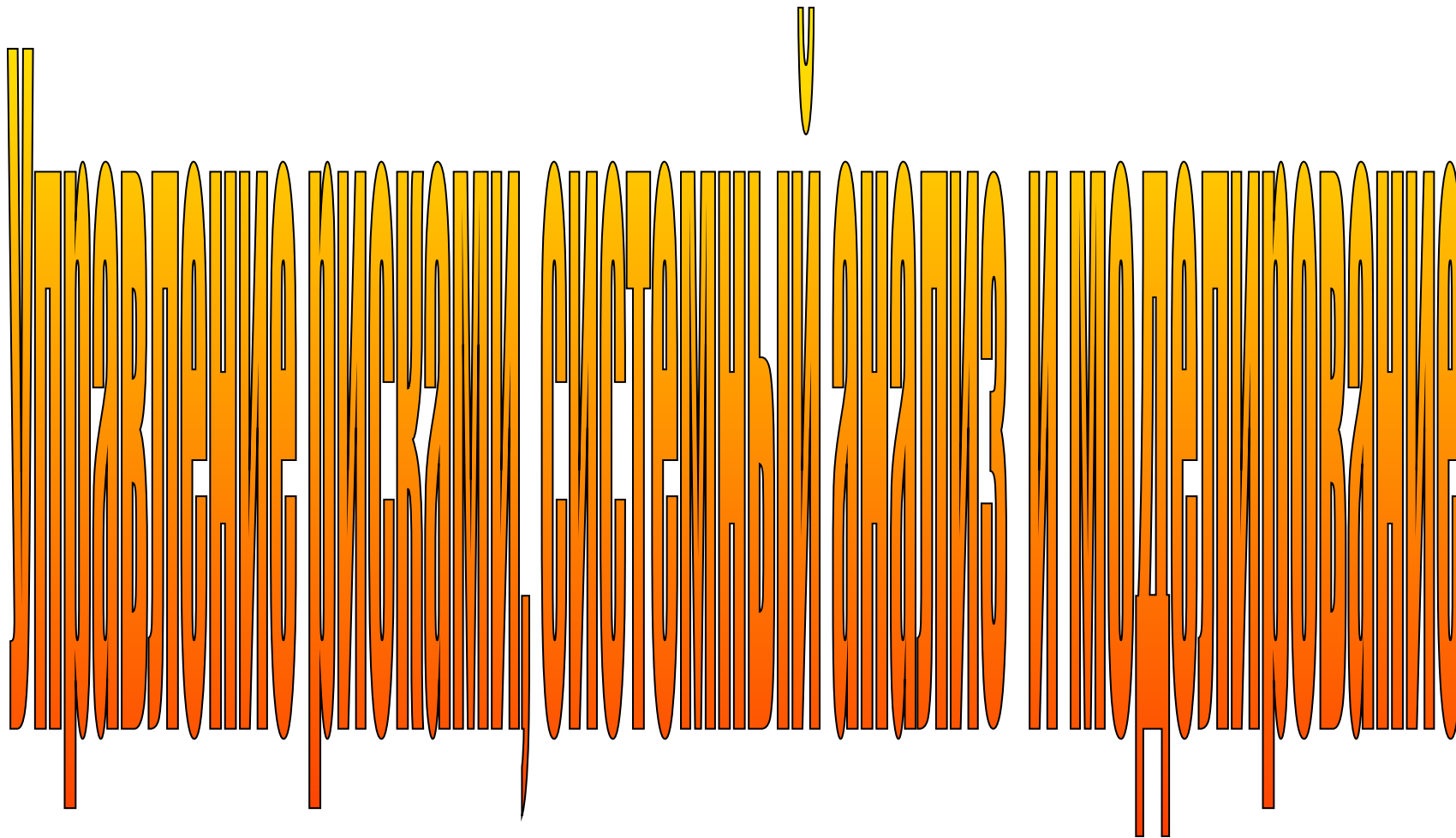


# Антюхов Валерий Иванович



# Тема. Основы системного анализа для управления сложными организационно-техническими 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

**Научная основа исследования**



# 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)

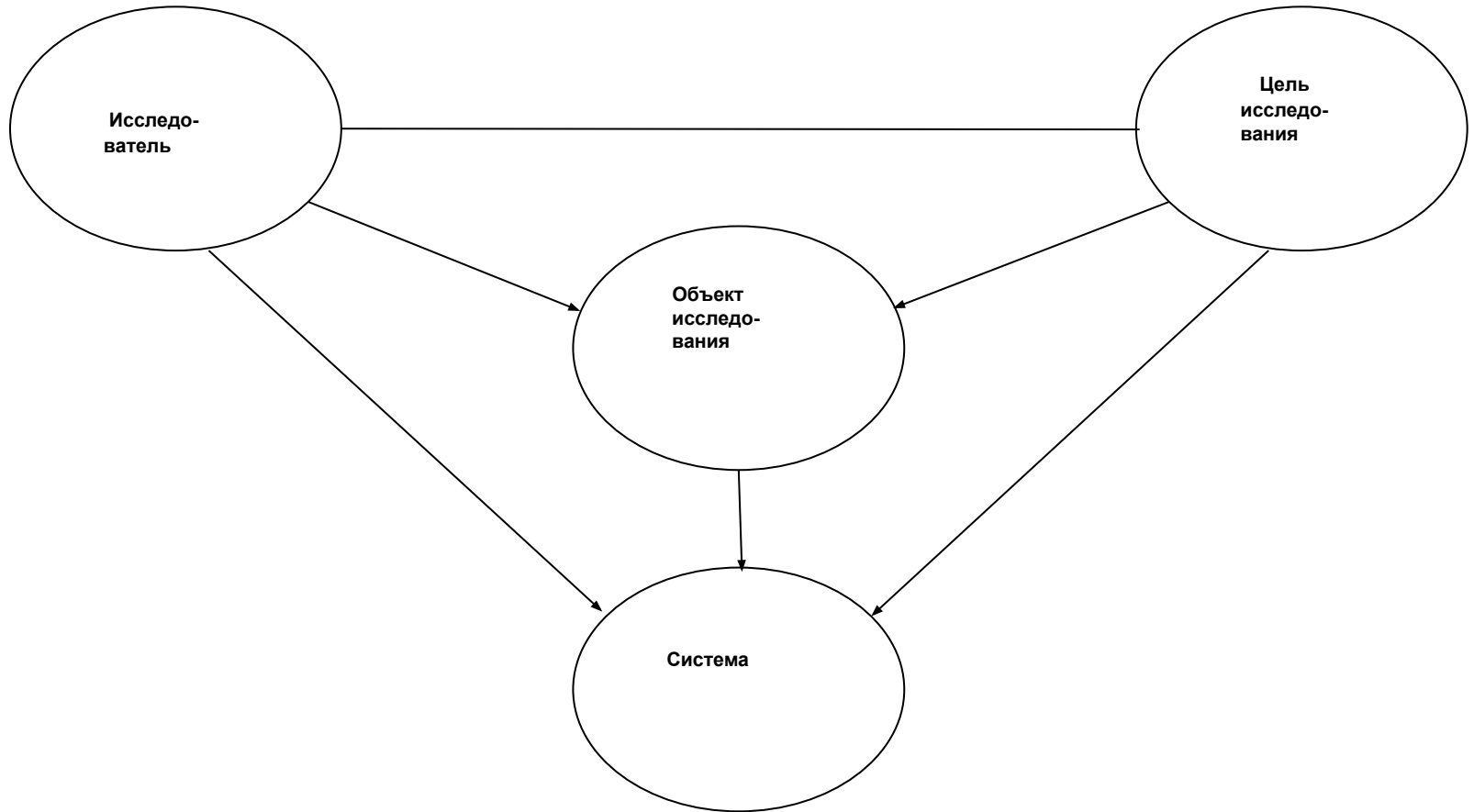
# Место и роль общей теории систем

- **Место ОТС:** 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

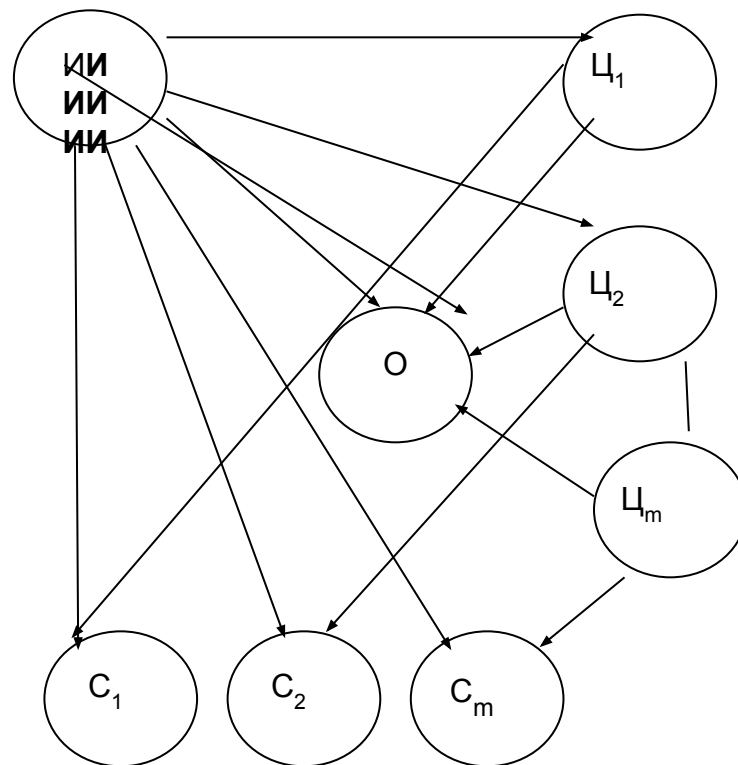
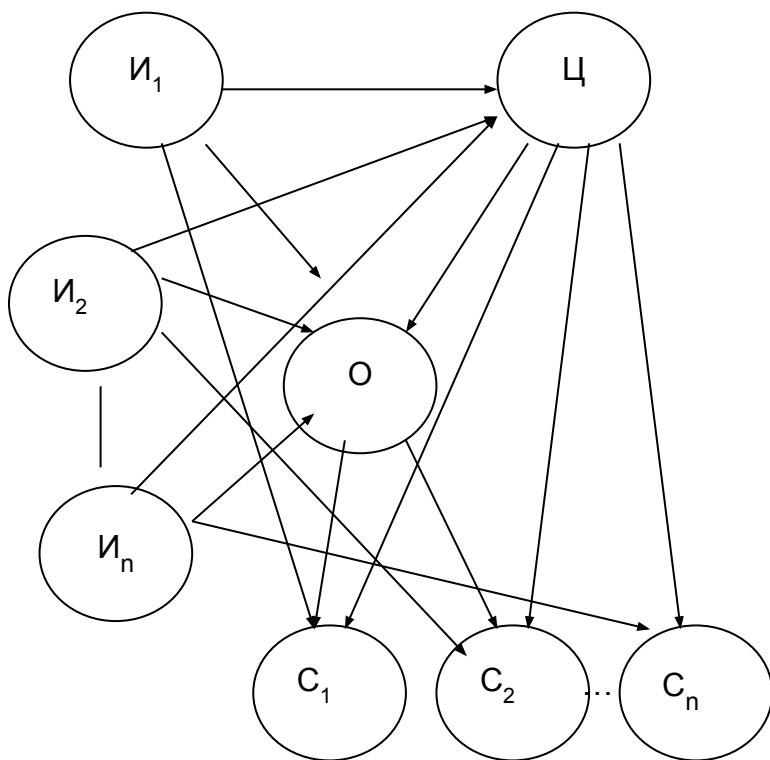
- **Кибернетика** (изучает только системы с управлением)
- **Системный анализ** (изучает общие принципы проведения исследований, направленных на решение проблем)
- **Исследование операций** (изучает вопросы количественного обоснования решений в операциях)
- **Системотехника** (изучает методы проектирования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

# Условия построения систем





# 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.
- При лингвистическом способе описания используется некоторый абстрактный язык. С его помощью формируются понятия и высказывания, содержащие варьируемые переменные (конституенты).
- В зависимости от значений конституент высказывание может быть истинным 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 теоретико-множественному 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.

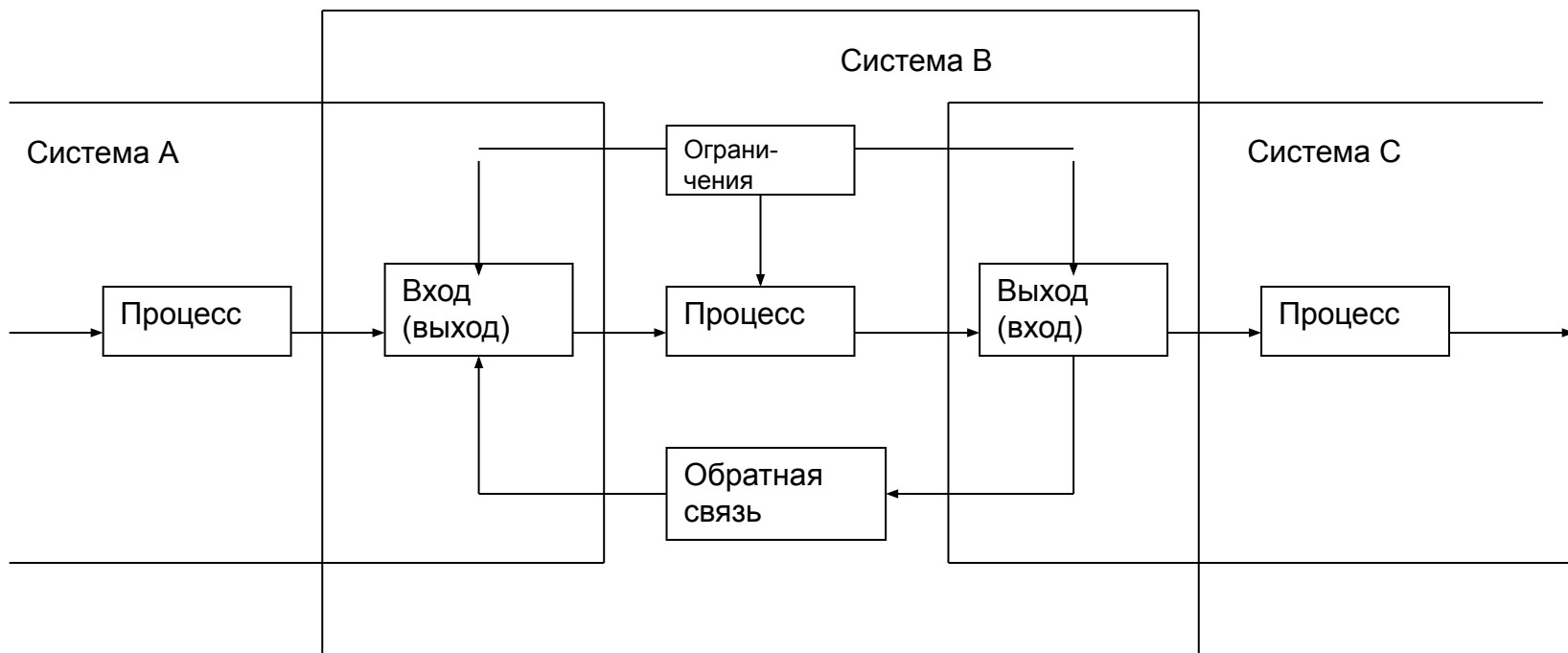
# Динамический (процессный, потоковый) уровень описания систем

- 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 организационно-техническими 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;

# 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 навсегда 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, системный 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

- Этап 1. Установление цели исследования объекта.
- Этап 2. Определение назначения и цели функционирования исследования объекта.
- Этап 3. Выделение и структуризация объекта.
- Этап 4. Вскрытие механизма функционирования объекта.
- Этап 5. Исторический анализ объекта.
- Этап 6. 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 необходимо определить общую и частную цели, 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

# К построению дерева целей

- 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;

# К построению дерева целей

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<sub>3</sub>

# К построению дерева целей

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

# К построению дерева целей

- 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

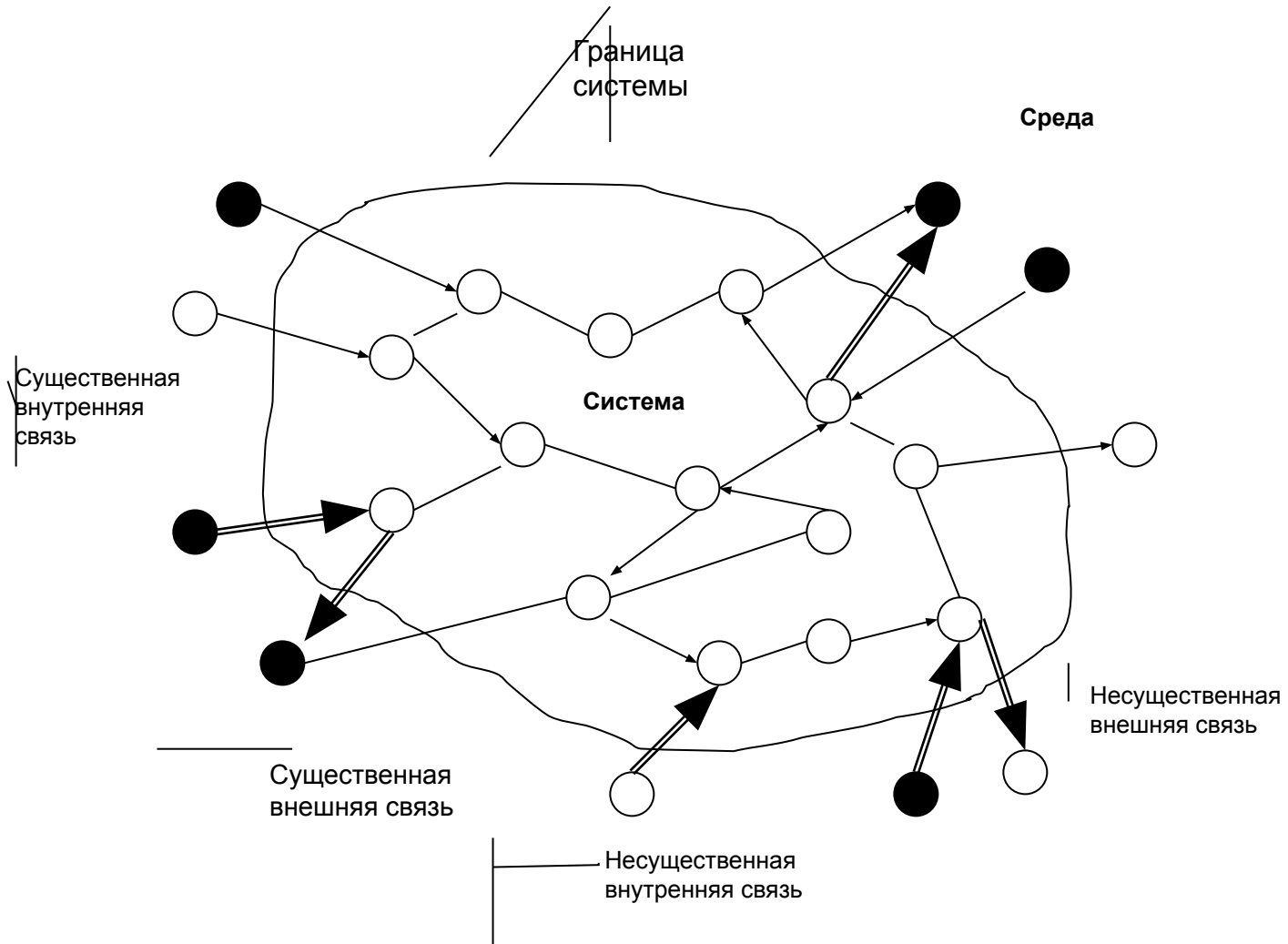
- Целевая информация нуждается в следующей обработке:
  - **детализация целей** (*путем построения дерева целей*);
  - **установление взаимосвязи и дублирования целей** (*с помощью матричного анализа*);
  - **оценка относительной важности целей** (*методами экспертных оценок*);
  - **определение затрат 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 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 ведётся 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 каком-то отношении ей близкими системами для обнаружения сходства

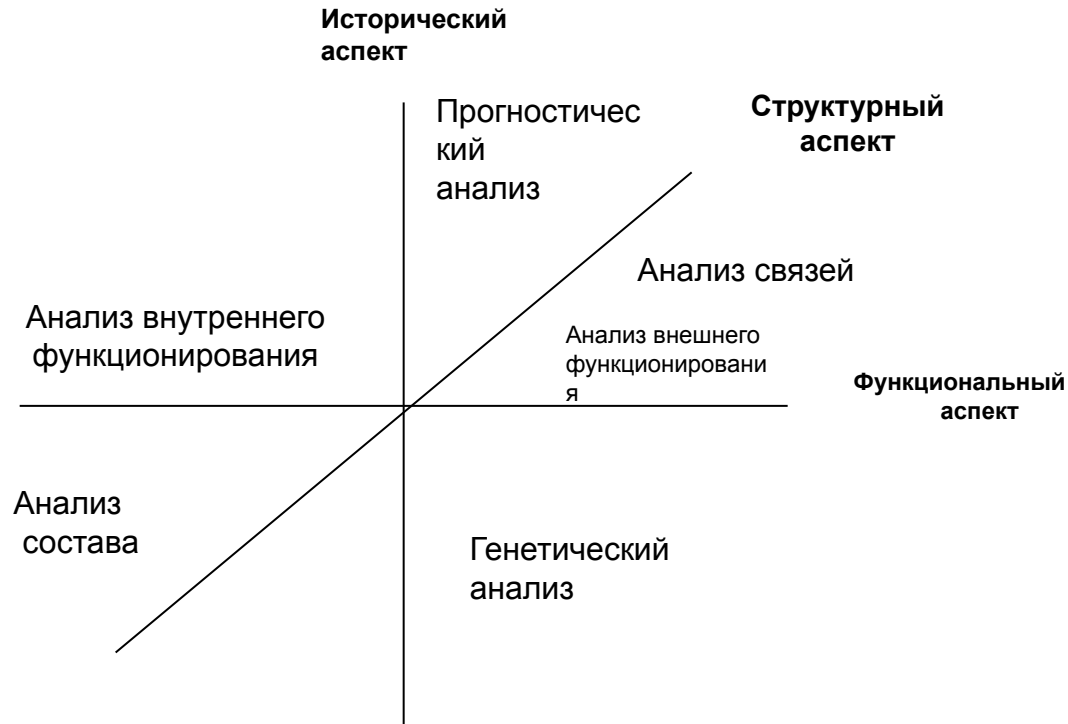
- При обнаружении сходства полученные ранее результаты исследований могут быть распространены на данную систему и наоборот



# 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 как форма системного подхода

# Системный анализ как форма системного подхода

- Системный анализ представляет собой совокупность научных методов и практических приемов решения разнообразных проблем на основе системного анализа
- **Системный анализ - 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

# Системный анализ как форма системного подхода

- **Проблема** 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

# Системный анализ как форма системного подхода

- 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 *атрибутами проблемы* 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

- **Решение проблемы** 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.



# Схема исследования проблем на основе системного анализа (продолжение)

## 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.

# Схема исследования проблем на основе системного анализа (продолжение)

- 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.

# Схема исследования проблем на основе системного анализа (продолжение)

- 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.

# Схема исследования проблем на основе системного анализа (продолжение)

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.