

## Лекція №3: «Классификация систем»

Час: 2 години

### Учебные вопросы:

1. Компоненты, связь в системе
2. Общесистемные свойства
3. Классификация систем

1. В ОТС логично связываются три пары понятий: **целое – часть, объект – компонент, система – элемент.**

**Элемент/компонент** – минимальная часть совокупности материальных образований, обладающая определенной целостностью и самостоятельностью по отношению к данной системе, состояние и функциональные особенности которой могут быть измерены или описаны в терминах известного языка.

Элемент обозначается некоторым высказыванием, знаком, символом, называемым **переменной**.

При изучении системы состояние элемента может изменяться в зависимости от различных факторов, то есть переменные принимают некоторые значения на определенном для них множестве значений (качественные, порядковые или количественные характеристики). Последовательные изменения состояния элемента называют движением элемента/ функция компонента.

**Параметр** – оперативно выраженный элемент исследования системы, служащий формой локализации информации о свойствах и признаках этой системы.

**Параметрами системы** называют те переменные, значения которых принимаются неизменными при решении данной задачи.

**Изучить систему** – значит определить элементы системы, выразить их переменные, найти значения переменных, выделить параметры.

Факт наличия взаимоотношений любого рода между частями рассматриваемой совокупности, зависимость свойств одного элемента от свойств других элементов, называется **СВЯЗЬЮ**.

Таблица №1 Классификация связей в системе

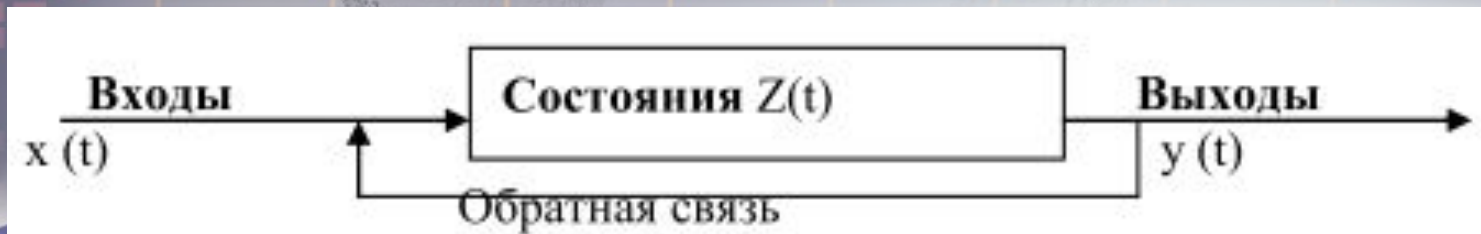
Признак	Типы связей
Направление действия	Прямая и обратная
Направление передаваемого воздействия	Положительная и отрицательная
Отношение к системе	Внутренняя и внешняя
Отношение к детерминизму	Однозначная, вероятностная и корреляционная
Предмет связи	Материальный, информационный и пр
Уровень порядка	Первого (функционально необходимые), второго (дополнительные)
Изменчивость	Жесткая и гибкая
Расположение в пространстве	Вертикальная (субординационная, соподчинения), горизонтальная, диагональная.

**УСТАНОВИТЬ СВЯЗЬ МЕЖДУ ЭЛЕМЕНТАМИ – ЗНАЧИТ ВЫЯВИТЬ НАЛИЧИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ИХ СВОЙСТВ!!!**

ДВУСТОРОННЯЯ ЗАВИСИМОСТЬ СВОЙСТВ ОДНОГО ЭЛЕМЕНТА ОТ СВОЙСТВ ДРУГИХ ЭЛЕМЕНТОВ НАЗЫВАЕТСЯ **ВЗАИМОСВЯЗЬЮ**.

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ** - ЭТО СОВОКУПНОСТЬ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ И ВЗАИМООТНОШЕНИЙ МЕЖДУ СВОЙСТВАМИ ЭЛЕМЕНТОВ, КОГДА ОНИ ПРИОБРЕТАЮТ ХАРАКТЕР ВЗАИМОСОДЕЙСТВИЯ ДРУГ ДРУГУ.

**ЭЛЕМЕНТЫ**, не полностью идентифицируемые, то есть те, для которых не удастся установить заданные критериями идентификации отношения с другими элементами, следовательно, имеют эти отношения с окружением системы, исследователем-наблюдателем или со средой. Такие элементы называют ВХОДАМИ и ВЫХОДАМИ системы.



LOGO

Рис. 1. Входы и выходы системы

**ВХОДЫ** системы  $x(t)$  - это различные точки приложения влияния (воздействия) внешней среды на систему, через их посредство наблюдатель или среда оказывает воздействие на объект.

**ВЫХОДЫ** системы  $y(t)$  - различные точки приложения влияния (воздействия) системы на внешнюю среду, через их посредство объект оказывает воздействие на наблюдателя или среду.

СОВОКУПНОСТЬ ВСЕХ СВЯЗЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ И ОБРАЗУЕТ ЕЕ СТРУКТУРУ.

## 2. ОБЩЕСИСТЕМНЫЕ СВОЙСТВА

**ЦЕЛОСТНОСТЬ** - комплекс объектов представляет собой некоторое единство, обладающее общими свойствами и поведением, относительной независимостью от среды и других систем. Изменение любого компонента системы оказывает воздействие на все другие ее компоненты и приводит к изменению системы в целом; а любое изменение системы отзывается на всех ее компонентах; то есть означает преобразование компонентов, входящих в систему.

LOGO

**ДЕЛИМОСТЬ** - объект рассматривается в качестве состоящего из элементов.

**ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ** - создание системы обусловлено объективной необходимостью, она существует для выполнения определенной функции в среде.

**ИЗОЛИРОВАННОСТЬ** - комплекс объектов, образующих систему, и связи между ними можно отграничить от их окружения и рассматривать отдельно.

**ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ ИЗОЛИРОВАННОСТИ** - учитывается воздействие наблюдателя и среды на объект и его обратное воздействие через элементы, являющиеся входами и выходами.

**НАБЛЮДАЕМОСТЬ** - все без исключения входы и выходы системы либо контролируются исследователем-наблюдателем, либо, по крайней мере, наблюдаемы.

**НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ** - невозможность одновременно фиксировать все свойства и отношения элементов системы.

**ИДЕНТИФИЦИРУЕМОСТЬ** - каждая составная часть системы (элемент) может быть отделена от других составляющих и отождествлена, опознана.

LOGO

**ДИСКРЕТНОСТЬ (АВТОНОМИЯ ЭЛЕМЕНТОВ)** - каждый элемент системы обладает собственным поведением и состоянием, отличным от поведения и состояния других элементов и системы в целом.

**НАЛИЧИЕ СВЯЗЕЙ** - компоненты системы существуют не независимо, а имеют друг с другом определенные связи.

**ОРГАНИЗОВАННОСТЬ** - элементы (части) системы взаимосвязаны и взаимодействуют определенным образом, организованы в пространстве и времени.

**СТРУКТУРНОСТЬ** - относительно устойчивый, изменяющийся в пространстве и времени способ внутренних связей и отношений системы, который определяет ее функциональную деятельность.

**УПОРЯДОЧЕННОСТЬ** - наличие некоторых критериев, на основании которых части системы соотносятся друг с другом для их взаиморасположения в структуре.

**ОТОБРАЖАЕМОСТЬ** - язык наблюдателя имеет достаточно общих элементов с естественным языком исследуемого объекта, чтобы найти соответствие и отобразить все свойства и отношения, которые нужны для решения задачи.

**МНОЖЕСТВЕННОСТЬ, СЛОЖНОСТЬ СИСТЕМЫ** - возможность и сложность изображения исследуемой системы в виде вербальной, математической или иной модели.

**НЕТОЖДЕСТВЕННОСТЬ ОТОБРАЖЕНИЯ** - знаковая система наблюдателя отлична от знаковой системы проявления свойств объекта и их отношений, следовательно, система отображается с помощью перекодирования в новую знаковую систему. При этом неизбежна потеря информации.

**ИЕРАРХИЧНОСТЬ** - система рассматривается как элемент системы более высокого порядка, а каждый ее элемент - как система. Наличие в системе нескольких уровней, подчиненных по нисходящей, со своими зонами ответственности, ресурсами, локальными целями. Это упорядоченность по степени подчиненности.

**ЭМЕРДЖЕНТНОСТЬ, ИНТЕГРАТИВНОСТЬ** - принципиальная несводимость свойств системы к сумме свойств составляющих ее элементов. Система обладает свойствами, отсутствующими у ее элементов.

Качественные же и количественные описания особенностей, присущих тем или иным типам систем, следует отнести в отдельную группу и назвать **ХАРАКТЕРИСТИКАМИ СИСТЕМ**. Характеристики отдельных видов систем являются продолжением, развитием их общесистемных свойств.

**3. КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ.** Начиная сравнивать и различать системы, считать одни из них одинаковыми, другие – различными, тем самым вводим и осуществляем их классификацию.

Классификационные признаки	Классы
Природа элементов	Реальные (конкретные); абстрактные
Происхождение	Естественные; искусственные; смешанные
Целевые признаки	Одноцелевые; многоцелевые; функциональные
Длительность существования	Постоянные; временные
Изменчивость свойств	Статические; динамические
Степень сложности	Простые; сложные; большие
Реакция на возмущающее воздействие	Активные; пассивные
Реакция на изменение внешних условий	Адаптивные; неадаптивные
Описание входных и выходных процессов	С качественными переменными; с количественными; со смешанным описанием
Описание оператора системы	Черный ящик; непараметризованные; параметризованные; белый ящик
Характер поведения	С управлением (управление извне, самоуправляемая, комбинированная); без управления
Степень связи с внешней средой	Открытые; изолированные; закрытые
Степень участия человека	Технические; человек-машина; организационные



## **КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ПО ПРИРОДЕ ЭЛЕМЕНТОВ**

**РЕАЛЬНЫЕ** - объекты, состоящие из материальных элементов (механические, электрические, биологические, социальные и их комбинации).

**АБСТРАКТНЫЕ** состоят из элементов, не имеющих прямых аналогов в реальном мире, создаются путем мысленного отвлечения от тех или иных сторон, свойств, связей предметов и образуются в результате творческой деятельности человека, являясь продуктом его мышления (идеи, планы, гипотезы, теории и т.п.).

## **КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ПО ЦЕЛЕВЫМ ПРИЗНАКАМ**

**ОДНОЦЕЛЕВЫЕ СИСТЕМЫ**, то есть предназначенные для решения одной единственной целевой задачи.

**МНОГОЦЕЛЕВЫЕ** - для решения нескольких целевых задач.

**ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ** - обеспечивающие решение или рассмотрение отдельной стороны или аспекта задачи (планирование, снабжение и т.п.).

## **КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ПО ДЛИТЕЛЬНОСТИ СУЩЕСТВОВАНИЯ**

**ПОСТОЯННЫЕ СИСТЕМЫ** - это искусственные системы, которые в процессе заданного времени функционирования сохраняют существенные свойства, определяемые предназначением системы.

Однако, с точки зрения диалектики все существующие системы - **ВРЕМЕННЫЕ**.

## **КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ПО ПРОИСХОЖДЕНИЮ**

**ЕСТЕСТВЕННЫЕ** — продукт развития природы, возникли без вмешательства человека (климат, почва, живые организмы, солнечная система и др.).

**ИСКУССТВЕННЫЕ** — результат созидательной деятельности человека. Их количество постоянно увеличивается.

**СМЕШАННЫЕ** — объединение элементов естественных и искусственных систем. Если полнота классификации первого уровня логически ясна, то второй уровень на полноту не претендует. Неполнота на этом уровне связана, например, с еще незавершенным развитием систем искусственного интеллекта.

**ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ** — это комплексы «машина — человек — оператор».

**Биотехнические системы** — это системы, в которые входят живые организмы и технические устройства.

**ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ** — это системы, состоящие из людских коллективов, которые оснащены необходимыми средствами.

LOGO

Системы		
Искусственные	Смешанные	Естественные
Орудия	Эргономические	Живые
Механизмы	Биотехнические	Неживые
Машины	Организационные	Экологические
Автоматы	Автоматизированные	Социальные
Роботы	...	...
...	...	...

Рис.1 Классификация систем по происхождению

### **КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ПО ИЗМЕНЧИВОСТИ СВОЙСТВ**

**СТАТИЧЕСКИЕ** - это система с одним состоянием, при ее исследовании можно пренебречь изменениями во времени характеристик ее существенных свойств.

**LOGO**

**ДИНАМИЧЕСКИЕ** системы имеют множество возможных состояний, которые могут меняться как непрерывно, так и дискретно.

## **КЛАССИФИКАЦИЯ ПО РЕАКЦИИ НА ВОЗМУЩАЮЩЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ**

**АКТИВНАЯ** - система способная противостоять воздействиям среды и сама воздействовать на нее.

**ПАССИВНАЯ** - система, у которой свойство противостоять воздействиям среды и самой воздействовать на нее отсутствует.

## **КЛАССИФИКАЦИЯ ПО РЕАКЦИИ НА ИЗМЕНЕНИЯ ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ**

**АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА** - это система, приспособливающаяся к изменению внешних условий путем изменения своих параметров или структуры для достижения требуемого качества функционирования;

**НЕАДАПТИВНАЯ** - система, в которой процесс выработки приспособлений к изменяющимся внешним условиям отсутствует.

## **КЛАССИФИКАЦИЯ ПО СТЕПЕНИ СЛОЖНОСТИ (РЕСУРСНОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ)**

**ПРОСТАЯ** - обычная совокупность связей и отношений исследуемого объекта в стационарных условиях, характеризующего взаимной независимостью свойств.

**СЛОЖНАЯ** - такое сочетание факторов, при котором составными элементами структуры системы является не только ее внутренний элементный состав, но и условия, в которых функционирует система, а также возможности, которые она способна реализовать.

**БОЛЬШАЯ** - сложные пространственно-распределенные системы, в которых подсистемы относятся к категориям сложных и моделирование которых затруднительно вследствие их размерности.

### **СПОСОБЫ ПЕРЕВОДА БОЛЬШИХ СИСТЕМ В РАЗРЯД МАЛЫХ:**

- разрабатывать более мощные вычислительные средства;
- осуществлять декомпозицию многомерной задачи на совокупность связанных задач меньшей размерности (если природа системы это позволяет).

### **СПОСОБЫ ПЕРЕВОДА СИСТЕМЫ ИЗ РАЗРЯДА СЛОЖНОЙ В РАЗРЯД ПРОСТОЙ:**

- выяснение конкретной причины сложности, получение недостающей информации и включение её в модель;
- смена цели, что в технических системах обычно неэффективно, но в отношениях между людьми это часто единственный выход.

## Классификация систем по описанию входных и выходных процессов

Системы		
С качественными переменными	С количественными переменными	Со смешанным описанием
Содержательное описание	Дискретные	
Формализованное описание	Непрерывные	
Смешанное описание	Смешанные	
		Детерминированные
		Стохастические
		Размытые
		Смешанные

Рис. 1. Классификация систем по описанию входных и выходных процессов

## КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ПО ОПИСАНИЮ СИСТЕМЫ

**«ЧЕРНЫЙ ЯЩИК»:** оператор  $S$  считается вообще неизвестным.

**НЕПАРАМЕТРИЗОВАННЫЙ КЛАСС ОПЕРАТОРОВ СИСТЕМЫ:** информация об операторе  $S$  системы носит настолько общий характер, что модель нельзя привести к параметризованной функциональной форме. Так, может быть известно, что в соотношении  $Y=S(X)$  функция  $S$  непрерывна, монотонна или симметрична; отсюда не следует никаких конкретных выводов о функциональном виде этой зависимости.

**ПАРАМЕТРИЗОВАННЫЙ КЛАСС** операторов системы позволяет записать зависимость  $y(t)$  от  $x(t)$  в явной форме с точностью до конечного числа параметров.

**«БЕЛЫЙ ЯЩИК»** - конечное число параметров точно заданы.

## КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ПО ХАРАКТЕРУ ПОВЕДЕНИЯ И СПОСОБУ УПРАВЛЕНИЯ

Системы		
УПРАВЛЯЕМЫЕ ИЗВНЕ	САМОУПРАВЛЯЕМЫЕ	С КОМБИНИРОВАННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ
Без обратной связи	Програмное управление	Автоматические
Регулирование	Автоматическое регулирование	Полуавтоматические
Управление по параметрам	Параметрическая адаптация	Автоматизированные
Управление по структуре	Структурная адаптация	Организационные

Рис.1 Классификация систем по способам управления

## КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ПО СТЕПЕНИ СВЯЗИ С ВНЕШНЕЙ СРЕДОЙ

**ОТКРЫТАЯ** - система, взаимодействующая с внешней средой на основе прямых и обратных связей; зависящая от среды. Все живые системы являются открытыми.

**ЗАКРЫТАЯ** - система, имеющая одностороннюю связь со средой.

**ИЗОЛИРОВАННАЯ** - система, не имеющая связей с внешней средой, не включающая экзогенные переменные в свой состав; ее конструирование требует полного абстрагирования от «среды». Процессы самоорганизации в них невозможны.



## **КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ПО СТЕПЕНИ УЧАСТИЯ ЧЕЛОВЕКА**

**ТЕХНИЧЕСКАЯ** - система, функционирующая без участия человека, представляющая собой комплекс устройств автоматического изменения, то есть реализующая процесс технологического управления.

**ЧЕЛОВЕКО-МАШИННАЯ** (эргатическая) - автоматизированные системы управления различного назначения, где человек принимает окончательное решение, а средства автоматизации помогают ему обосновать его правильность.

**ОРГАНИЗАЦИОННАЯ** - социальная система, элементами которой являются люди.