

# Лекция 4. **Кибернетические системы**

Содержание лекции:

1. Понятие кибернетической системы
2. Закон необходимого разнообразия
3. Кибернетическая система как форма представления систем

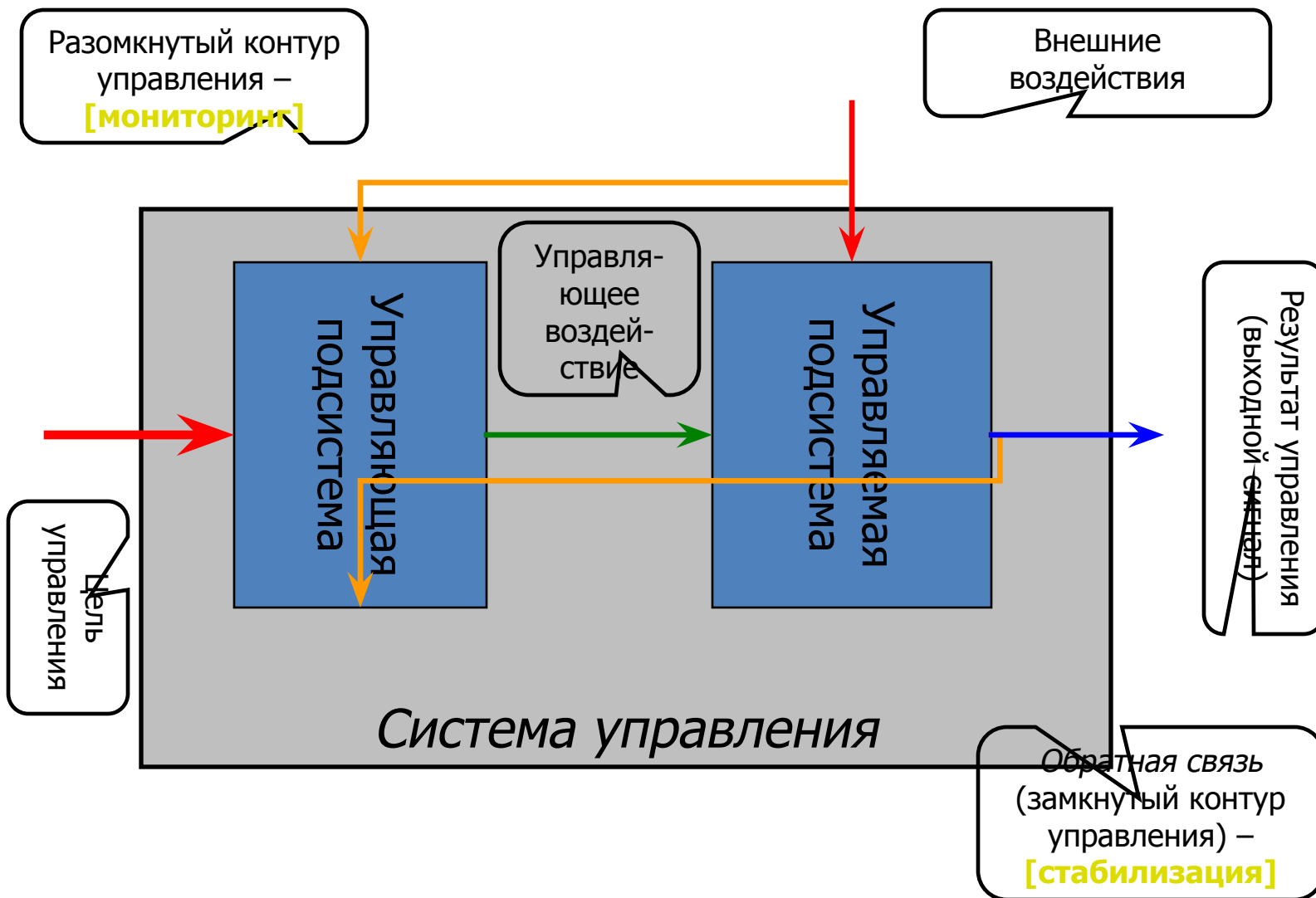
# Литература

1. Введение в системный анализ : Учеб. пособие для студ. агроном. спец. / *А. М. Гатаулин*. М.: МСХА, 2005.
2. *Исаев В.В.* Общая теория систем: Учеб. пособие. СПб.: СПбГИЭУ, 2001.
3. Системный анализ в экономике и организации производства: Учебник для ст-тов вузов / Под ред. *С. А. Валужева, В.Н. Волковой*. - Л.: Политехника, 1991.
4. *Спицнадель В.Н.* Основы системного анализа: Учеб. пособие. М.: Бизнес-пресса, 2000.

# 1. Понятие кибернетической системы

- ***Система управления, или кибернетическая система, характеризуется:***
  - целью управления;
  - объектом управления (управляемой подсистемой);
  - функцией управления:
    - оптимизация
    - стабилизация
    - слежение (мониторинг);
  - факторами неопределённости
- Процесс управления можно представить как процесс снятия энтропии *управляемой* подсистемы воздействием со стороны *управляющей* подсистемы

# Структура кибернетической системы



# 1. ПОНЯТИЕ КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

## Характеристики системы управления

### Управляемость

- характеристика системы управления, выражающая способность управляемой системы достичь заданной управляемой величины системы
- может быть выражена формулами для линейной системы и обратной системы управляемой системы (до или в управлении)
- неуправляема в обратной связи системы не имеет возможности управления системой

### Достижимость

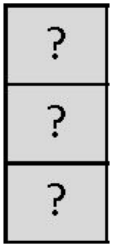
- характеристика системы управления, выражающей способность системы
- выражает способность управляемой системы достичь требуемых характеристик системы
- выражается показателем эффективности:
  - + экономическое значение системы в значении «оптимальной» системы;
  - + экономическое значение системы в значении «оптимальной» системы.

### Устойчивость

- характеристика системы управления, выражающей способность системы
- выражает способность управляемой системы поддерживать заданные характеристики системы, задаваемые целью управления
- может быть выражена:
  - + абсолютным либо относительным показателем от заданного значения;
  - + вероятностью выхода за пределы заданного диапазона

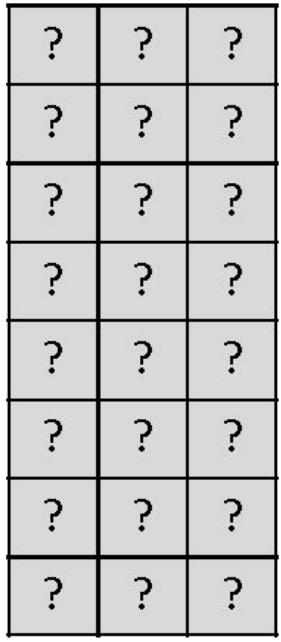
# 2. Закон необходимого разнообразия

Система 1  
может принять  
одно состояние  
из трёх



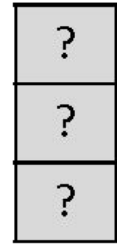
Неопределён-  
ность *меньше*

Система 2  
может принять  
одно состояние  
из 24



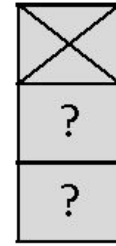
Неопределён-  
ность *больше*

Система может  
принять одно  
состояние из  
трёх



Неопределён-  
ность  
наибольшая

Система *не*  
может принять  
одно состояние  
из трёх



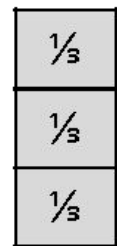
Неопределён-  
ность *меньше*

Система  
*приняла* одно  
состояние из  
трёх



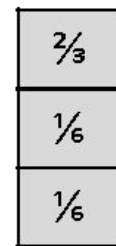
Неопределён-  
ности нет

Система 1  
может принять  
одно состояние  
из трёх с  
равной  
вероятностью



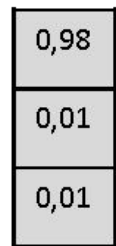
Неопределён-  
ность  
наибольшая

Первое  
состояние  
вероятнее



Неопределён-  
ность *меньше*

Первое  
состояние  
намного  
вероятнее



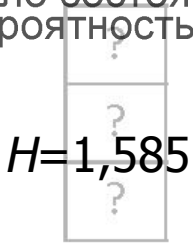
Неопределён-  
ность *ещё*  
*меньше*

# 2. Закон необходимого разнообразия

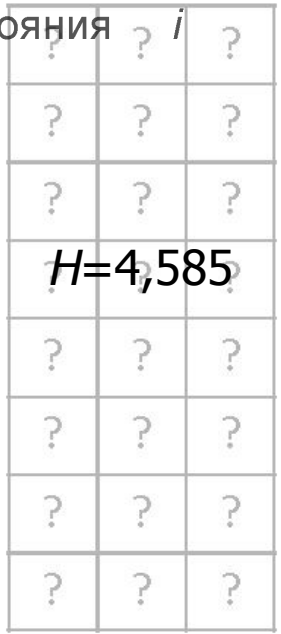
$$H = - \sum_{i=1}^n (p_i \cdot \log_2 p_i)$$

$i$  номер состояния  
 $n$  число состояний  
 $p_i$  вероятность состояния

Система 1 может принять одно состояние из трёх  
 Система 2 может принять одно состояние из 24



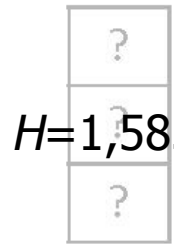
Неопределённость *меньше*



Неопределённость *больше*

**Единица измерения энтропии - БИТ**

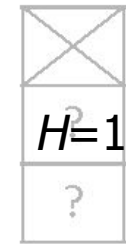
Система может принять одно состояние из трёх



$H = 1,585$

Неопределённость *наибольшая*

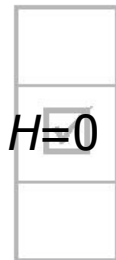
Система *не* может принять одно состояние из трёх



$H = 1$

Неопределённость *меньше*

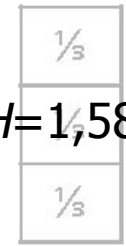
Система *приняла* одно состояние из трёх



$H = 0$

Неопределённости нет

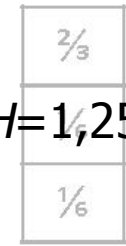
Система 1 может принять одно состояние из трёх с равной вероятностью



$H = 1,585$

Неопределённость *наибольшая*

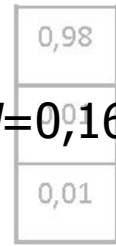
Первое состояние *вероятнее*



$H = 1,252$

Неопределённость *меньше*

Первое состояние *намного вероятнее*



$H = 0,161$

Неопределённость *ещё меньше*

## 2. Закон необходимого разнообразия

Если состояния системы равновероятны, то  $H = \log_2 N$ , где  $N$  – число состояний системы

Энтропия объединённой системы:

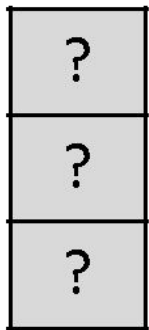
- равна сумме энтропий её подсистем, если подсистемы независимы
- меньше суммы энтропий подсистем, если подсистемы влияют друг на друга

Если известно, в каком состоянии находится система, её энтропия равна нулю



# 2. Закон необходимого разнообразия

Система может принять одно состояние из трёх



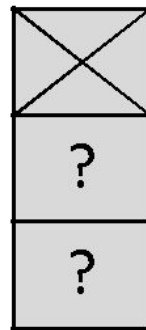
Неопределённость наибольшая

$$H=1,585$$

Воздействие 1

Снято 0,585 бит

Система *не* может принять одно состояние из трёх



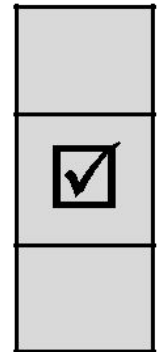
Неопределённость меньше

$$H=1$$

Воздействие 2

Снят 1 бит

Система *приняла* одно состояние из трёх



Неопределённости нет

$$H=0$$

## 2. Закон необходимого разнообразия

*Энтропия управляемой подсистемы может быть снята полностью лишь в том случае, если энтропия управляющей подсистемы не меньше энтропии управляемой подсистемы (У. Эшби)*

Менее сложная система не может полностью контролировать более сложную

# 3. Кибернетическая система как форма представления систем

