

Лекция 3. Кибернетические системы

Содержание лекции:

1. Энтропия и информация
2. Понятие «кибернетическая система»
3. Структура кибернетической системы
4. Закон необходимого разнообразия
5. Функции управления

Литература

1. *Сурмин Ю.П.* Теория систем и системный анализ: Учебное пособие. Киев: МАУП, 2003.
2. *Винер Н.* Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. М.: Наука, 1983.
3. *Винер Н.* Кибернетика и общество. М.: Тайдекс Ко, 2002.
4. *Бир С.* Мозг фирмы. М.: Горячая линия – Телеком, 1993.

1. Энтропия и информация

- Мера неопределённости состояния системы называется **энтропией**
- Энтропия измеряется в **битах**
- **1 бит** – это энтропия системы, способной принимать два состояния с равной вероятностью
- Величина энтропии в битах равна двоичному логарифму числа её возможных состояний, если они равновероятны
- Если система состоит из N элементов, каждый из которых принимает два состояния с равной вероятностью, то её энтропия равна N бит

В общем случае энтропия (в битах) равна

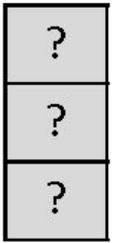
$$-\sum_{i=1}^n \begin{cases} p_i \log_2(p_i), & \text{если } p_i \neq 0; \\ 0, & \text{если } p_i = 0 \end{cases}$$

n – число состояний системы

p_i – вероятность состояния i

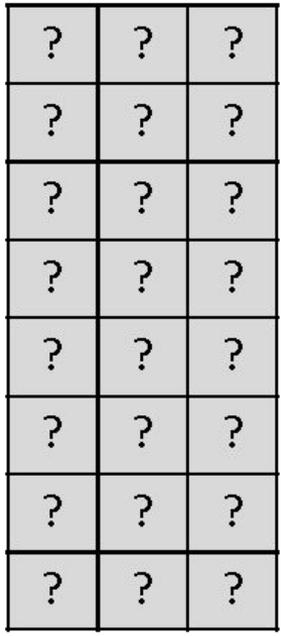
1. Энтропия и информация

Система 1
может принять
одно состояние
из трёх



Неопределён-
ность *меньше*

Система 2
может принять
одно состояние
из 24



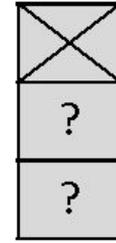
Неопределён-
ность *больше*

Система может
принять одно
состояние из
трёх



Неопределён-
ность
наибольшая

Система *не*
может принять
одно состояние
из трёх



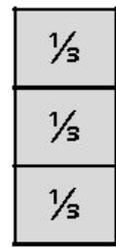
Неопределён-
ность меньше

Система
приняла одно
состояние из
трёх



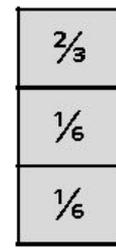
Неопределён-
ности нет

Система 1
может принять
одно состояние
из трёх с
равной
вероятностью



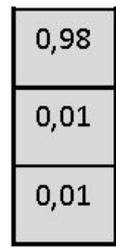
Неопределён-
ность
наибольшая

Первое
состояние
вероятнее



Неопределён-
ность меньше

Первое
состояние
намного
вероятнее



Неопределён-
ность ещё
меньше

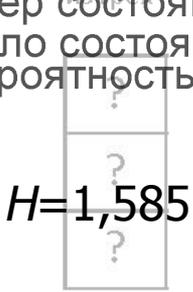
1. Энтропия и информация

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

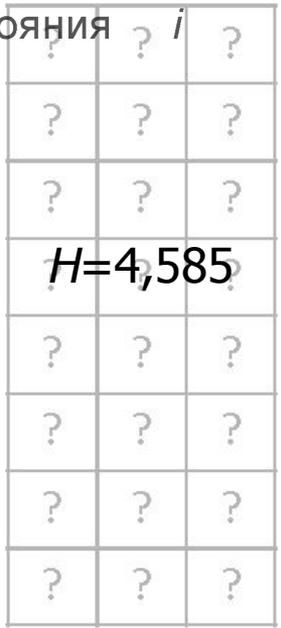
i номер состояния
 n число состояний
 p_i вероятность состояния

Система 1
 может принять
 одно состояние
 из трёх

Система 2
 может принять
 одно состояние
 из 24



Неопределён-
 ность *меньше*



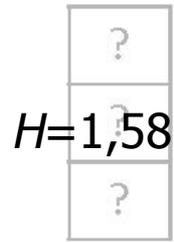
Неопределён-
 ность *больше*

**Единица измерения энтропии
 - БИТ**

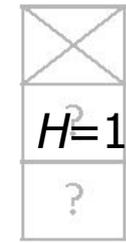
Система может
 принять одно
 состояние из
 трёх

Система *не*
 может принять
 одно состояние
 из трёх

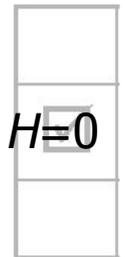
Система
приняла одно
 состояние из
 трёх



Неопределён-
 ность
 наибольшая



Неопределён-
 ность *меньше*

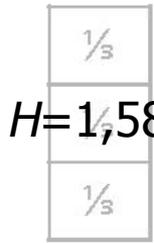


Неопределён-
 ности нет

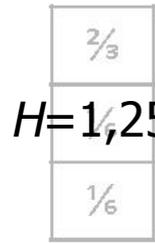
Система 1
 может принять
 одно состояние
 из трёх с
 равной
 вероятностью

Первое
 состояние
 вероятнее

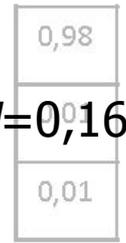
Первое
 состояние
 намного
 вероятнее



Неопределён-
 ность
 наибольшая



Неопределён-
 ность *меньше*



Неопределён-
 ность *ещё*
 меньше

1. Энтропия и информация

Если благодаря некоторому событию состояние системы, энтропия которой составляла x бит, стало нам известно, то:

её энтропия стала равна нулю

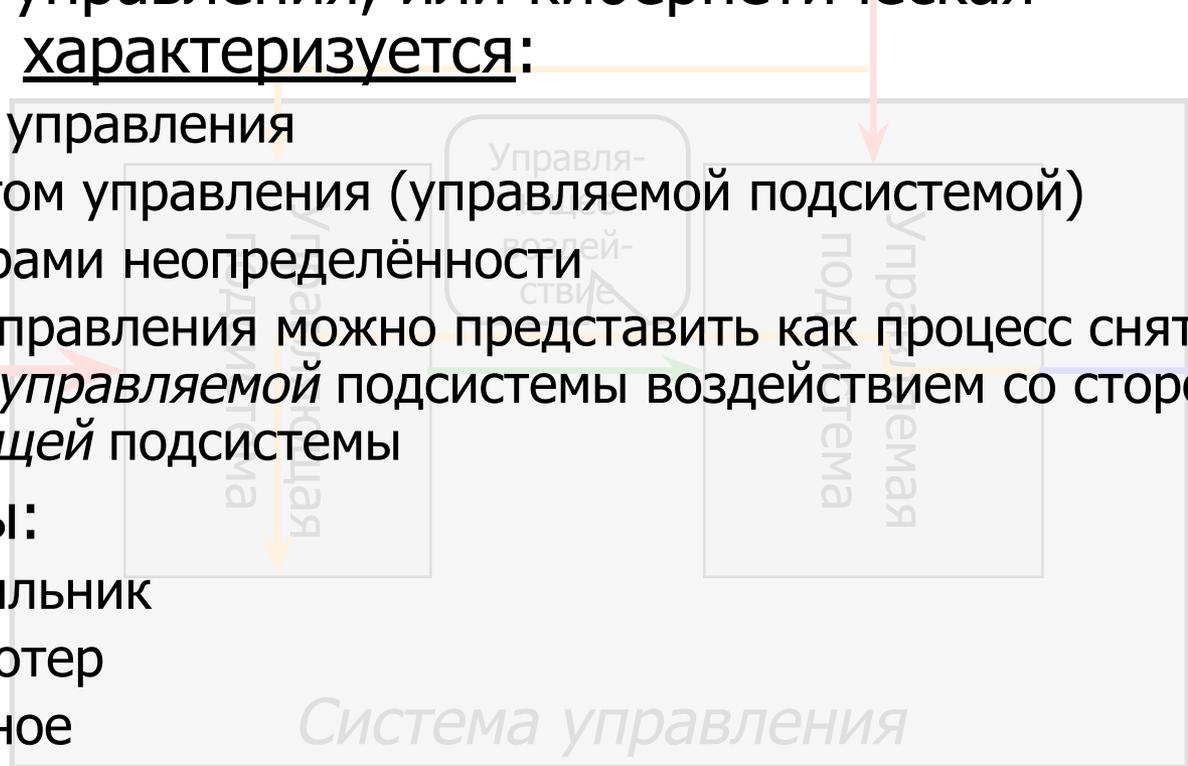
- система теперь достоверно (с вероятностью 100%) находится в известном нам состоянии

мы получили о ней x бит информации

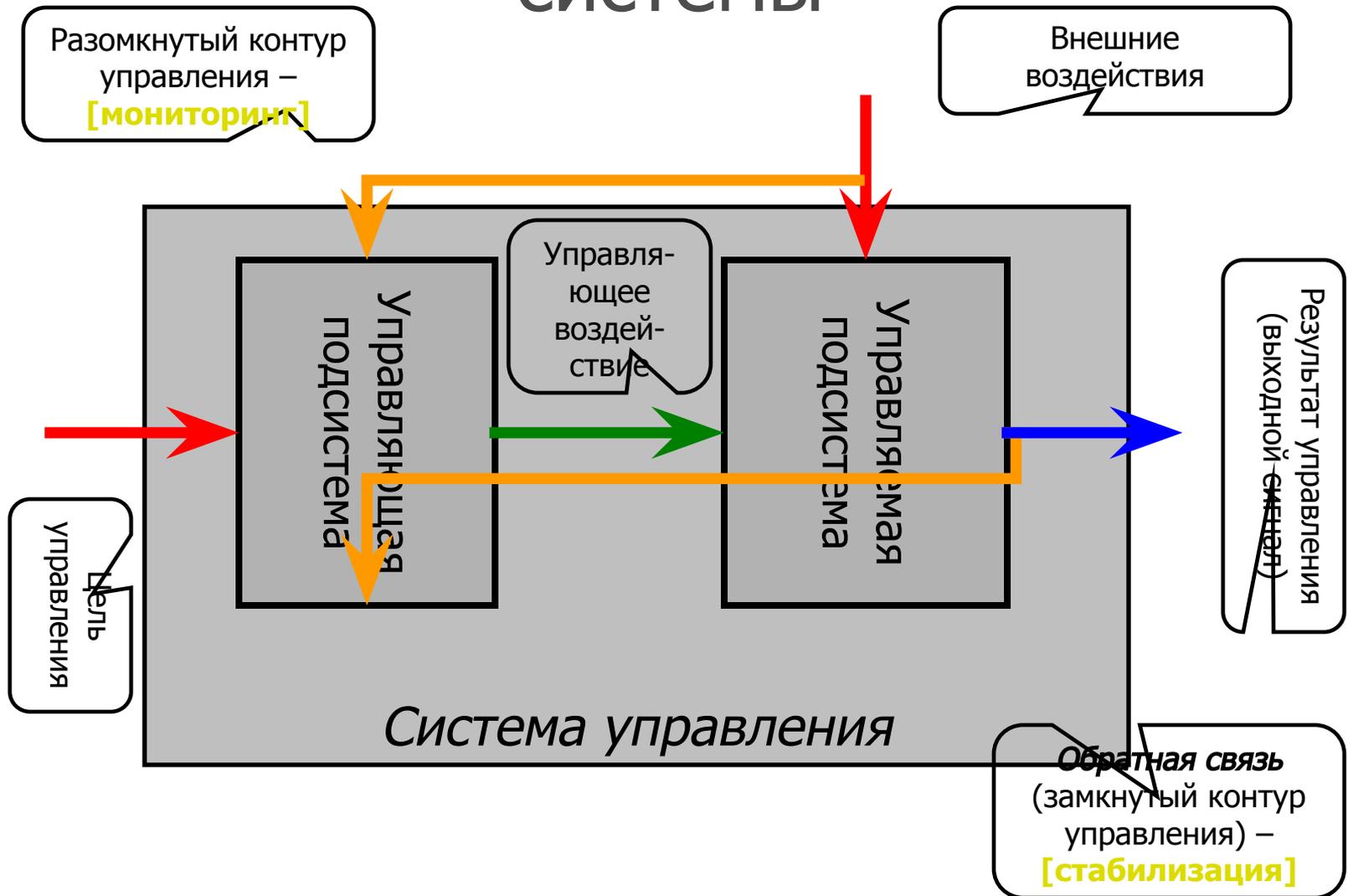
- это стало возможным благодаря какому-либо *каналу передачи данных* от системы к наблюдателю пропускной способностью *не менее* x бит

2. Понятие «Кибернетическая система»

- Система управления, или кибернетическая система, характеризуется:
 - ◆ целью управления
 - ◆ объектом управления (управляемой подсистемой)
 - ◆ факторами неопределённости
- Процесс управления можно представить как процесс снятия энтропии *управляемой подсистемы* воздействием со стороны *управляющей подсистемы*
- Примеры:
 - ◆ холодильник
 - ◆ компьютер
 - ◆ животное
 - ◆ фирма
 - ◆ рынок



3. Структура кибернетической системы



4. 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

5. Функции управления



Свойство систем стабилизировать свои жизненно важные параметры называется **гомеостазом**

5. Функции управления

характеристики управления

