

Лекция 3. **Виды систем и их свойства**

Содержание лекции:

1. [Классификация систем](#)
2. [Свойства систем](#)
3. [Нелинейные динамические системы](#)

Литература

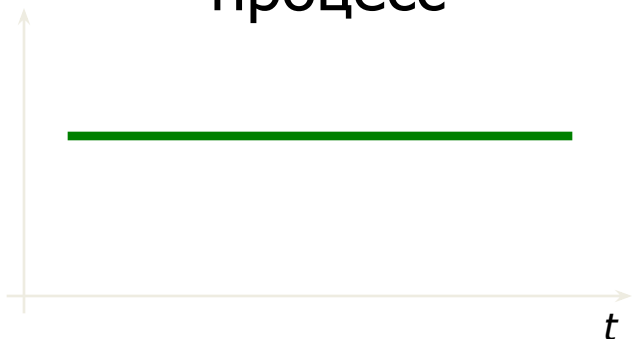
1. Введение в системный анализ : Учеб. пособие для студ. агроном. спец. / *А. М. Гатаулин*. М.: МСХА, 2005.
2. *Исаев В.В.* Общая теория систем: Учеб. пособие. СПб.: СПбГИЭУ, 2001.
3. Системный анализ в экономике и организации производства: Учебник для ст-тов вузов / Под ред. *С. А. Валужева, В.Н. Волковой*.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

1. Классификация систем

- По отношению ко времени:
 - *статические* – рассматриваемые без учёта фактора времени
 - система сельскохозяйственных машин
 - компьютерная сеть
 - **динамические** – представляющие поведение реального объекта во времени
 - сельскохозяйственное предприятие
 - стиральная машина
 - Солнечная система

Виды процессов в динамических системах

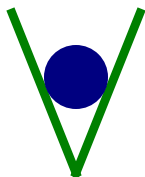
Равновесный процесс



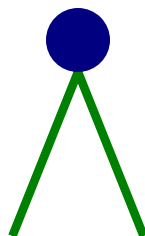
Переходный процесс



Устойчивое равновесие



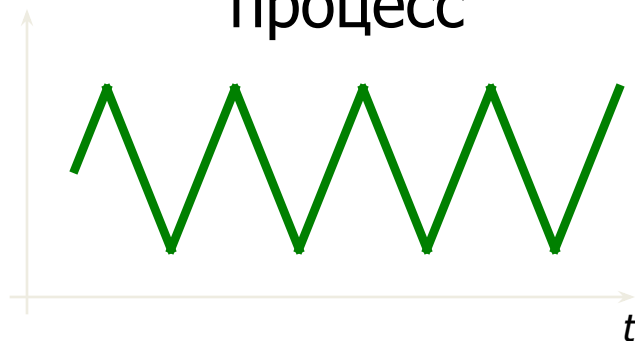
Неустойчивое равновесие



Безразличное равновесие



Периодический процесс



1. Классификация систем

- По отношению к *среде*:
 - **закрытые** – рассматриваемые без учёта взаимодействия со средой (не имеют входных переменных)
 - Солнечная система
 - Натуральное хозяйство
 - **открытые** – рассматриваемые во взаимодействии со средой
 - Система земледелия
 - Биогеоценоз
 - Сельскохозяйственное предприятие

1. Классификация систем

- По обусловленности поведения:
 - **детерминированные** – системы, состояние которых при заданных значениях входных переменных полностью предсказуемо
 - Компьютер
 - Электрическая цепь
 - **СТОХАСТИЧЕСКИЕ** – системы, значение переменных состояния и выходных переменных которых не вполне определяется входными переменными
 - Биогеоценоз
 - Сельскохозяйственное предприятие
 - Фондовый рынок

1. Классификация систем

- По сложности:
 - **простые** – системы, число переменных которых невелико, связи между ними известны, и существующие математические методы позволяют предсказать их поведение
 - Часы
 - Экономико-математическая модель предприятия
 - **сложные** – системы, в которых, несмотря на изученность всех связей, их многочисленность делает недостижимым полное знание о свойствах и поведении системы
 - Нейросеть
 - Интернет
 - **очень сложные** – системы, не все переменные которых и связи между ними поддаются изучению при современном уровне развития науки
 - Трудовой коллектив
 - Система международной торговли
 - Межгосударственные отношения
 - Биогеоценоз

2. Свойства систем

1. Целостность

- «целое больше суммы частей»
- системе присущи свойства, не наблюдающиеся у её элементов

2. Сложность

- Пусть система содержит всего n элементов, принимающих одно из двух состояний – 0 и 1; тогда число её возможных состояний составит 2^n .
- Пусть, далее, эти элементы попарно связаны и связям тоже приписывается значение 0 и 1. Число возможных состояний достигнет $2^{(n-1)(n-1)} + 2^n$.
- *А если состояний больше двух? А если существуют не только парные связи?*

2. Свойства систем

3. Связность

- причины целостности системы (то есть свойств системы, не присущих её элементам) кроются в **связях** между элементами
- между *всеми элементами системы* существуют связи
- связи *со средой* сравнительно редки
 - ограничены множеством входных переменных

4. Структура

- системы, состоящие из одних и тех же элементов, но отличающихся связями, обладают разными свойствами
 - часы исправные vs часы неисправные
 - сетевая карта vs видеокарта
 - Windows vs Linux
- целенаправленное взаимодействие элементов системы определяется конкретной структурой связей между элементами системы

2. Свойства систем

5. Организованность

- Организованность можно представить как сложность, упорядоченная структурой
- Благодаря структуре элементам системы, как правило, может быть поставлена в соответствие целесообразная функция
 - Дiode: в радиоприёмнике vs в выпрямителе электрического тока
 - Работник предприятия: доярка vs агроном
 - Двигатель комбайна vs двигатель передвижного компрессора

6. Разнообразие

- Свойство разнообразия подобно сложности, но учитывает существование закономерных связей между элементами системы, **ограничивающих** число возможных состояний при заданных условиях среды
 - Тем не менее, это число, как правило, *весьма велико*
- Следствие разнообразия – неопределённость состояния системы (*энтропия*)
 - Неопределённость является предпосылкой процессов *управления*.

2. Свойства систем

Сложность

- Наличие связей между элементами даже простых систем имеет следствием огромную численность возможных состояний

Связность

- Все элементы системы взаимосвязаны (прямо или косвенно)

Структура

- Из многочисленных возможных состояний реализуются лишь predetermined определяемые имеющимися связями

Организованность

- Из многих возможных структур системам присущи те, которые обеспечивают взаимно согласованное поведение всех элементов

Разнообразие

- Благодаря сложности и организованности системы по-разному себя ведут в разных условиях среды

3. Нелинейные динамические системы

Нелинейная динамическая система – это динамическая система, связи между переменными которой (отношения η и ϕ в определении динамической системы) не могут быть представлены линейными отношениями.

Особенность нелинейных динамических систем

Бесконечно малое изменение начального состояния [как правило] приводит к выбору фазовой траектории, отличия которой от исходной, начиная с некоторого момента, *не является бесконечно малым* (может оказаться очень большим).

Следствие: если исследователь не имеет возможности абсолютно точно определить начальное состояние системы, то её поведение за пределами некоторого горизонта времени *принципиально непредсказуемо*.

4. Нелинейные динамические системы

Непредсказуемость будущих траекторий н.д.с. не означает, что о них вообще ничего нельзя сказать.

Теория н.д.с. позволяет предсказывать:

- аттракторы – точки или множества точек, через которые непременно проходят все фазовые траектории либо фазовые траектории для заданного класса начальных состояний
- точки бифуркации – точки, в которых проходящие через них фазовые траектории, совпадающие в течение некоторого предшествующего периода, следуют одному из двух возможных продолжений в зависимости от их поведения в отдалённом прошлом

4. Нелинейные динамические системы

Непредсказуемость будущих траекторий н.д.с. не означает, что о них вообще ничего нельзя сказать.

Теория нелинейной динамики *позволяет* предсказывать:

- аттракторы – точки или множества точек, через которые непременно проходят все фазовые траектории либо фазовые траектории для заданного класса начальных состояний;
- точки бифуркации – точки, в которых проходящие через них фазовые траектории, совпадающие в течение некоторого предшествующего периода, следуют одному из двух возможных продолжений в зависимости от их поведения в отдалённом прошлом.