

# Системный анализ

## Лекция 4

# Природа систем (по Акоффу)

Система (греч. ΣΥΣΤΗΜΑ – целое, составленное из частей; соединение) — состоящее из 2+ элементов множество, удовлетворяющее условиям:

1. Поведение каждого элемента влияет на систему в целом
2. Поведение элементов и их воздействия на целое взаимозависимы
3. Какие бы подгруппы элементов ни образовались, каждый элемент воздействует на поведение целого, и ни один из них не воздействует на них самостоятельно,  
т.е. образование независимых подгрупп невозможно

# Пример: Гипоталамус



- Небольшая область в промежуточном мозге
- Масса не превышает 5% мозга
- Связан почти со всеми отделами центральной нервной системы
- Регулирует нейроэндокринную деятельность мозга и гомеостаз организма, кроме дыхания, ритма сердца и кровяного давления
- Регулирует ощущение голода и жажды, терморегуляция организма, половое поведение, сон и бодрствование
- Влияет на память, эмоции, пищеводобывательное поведение, размножение, заботу о потомстве

# Пример: Ford

- Один из заводов разработал программу повышения эффективности деятельности за 3 года
- 11 направлений:
  - повышение производительности
  - сокращение запасов
  - совершенствование оргструктуры и т.д.
- Количественные показатели 0-10 по каждому направлению
- Цель: достичь 10 баллов по каждому направлению
- Рост продолжался только половину срока
- **Причина: ???**

# Пример: Ford

- Один из заводов разработал программу повышения эффективности деятельности за 3 года
- 11 направлений:
  - повышение производительности
  - сокращение запасов
  - совершенствование оргструктуры и т.д.
- Количественные показатели 0-10 по каждому направлению
- Цель: достичь 10 баллов по каждому направлению
- Рост продолжался только половину срока
- **Причина:** параметры оказались взаимозависимы

# Альтернативные определения системы

Множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которое образует определённую целостность, единство  
(БСЭ, Садовский)

Совокупность элементов, объединенных общей средой функционирования и целью функционирования  
(Хомяков)

Сущность, которая в результате взаимодействия ее частей может поддерживать свое существование и функционировать как единое целое (О'Коннор, Макдермотт)

# Альтернативные определения системы

Совокупность элементов или частей, упорядоченных определенным образом и связанных друг с другом в структуру, которая демонстрирует характерные типы поведения

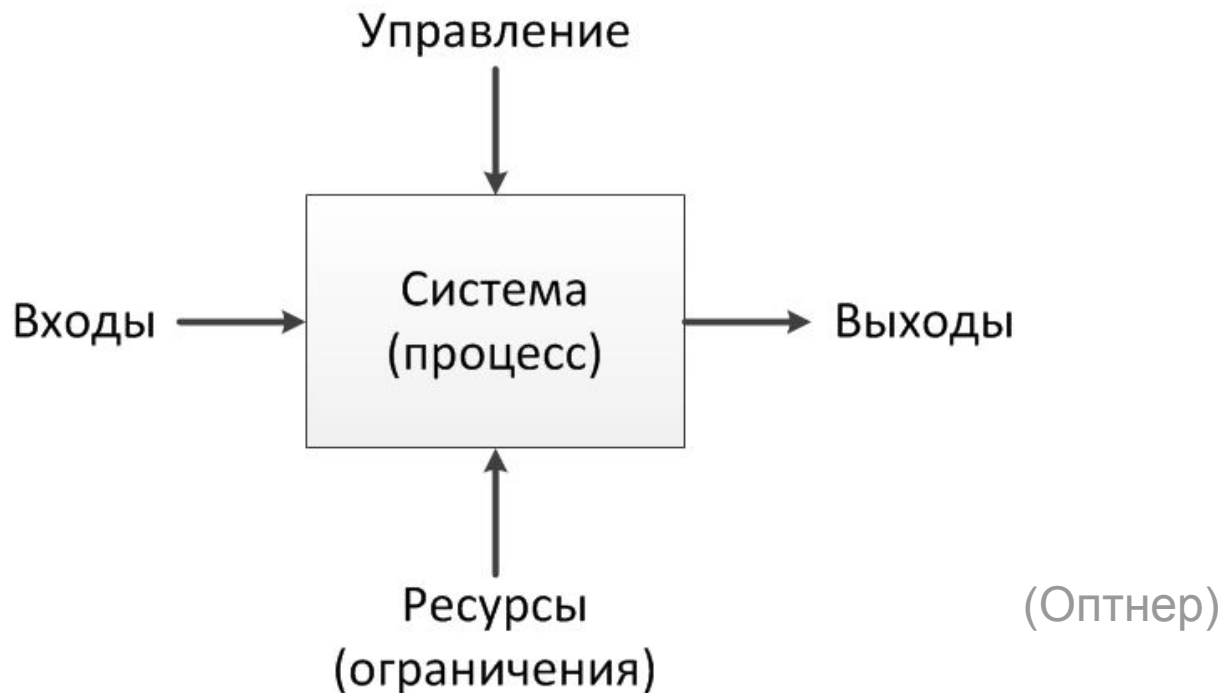
(Медоуз)

Отграниченный объект в среде, который:

- Имеет цель, функционирует и развивается
- Имеет источники энергии и материалов
- Ему присуще управление с использованием информации о внешней среде и собственном состоянии
- Состоит из взаимосвязанных компонентов, выполняющих определенные функции
- Обладает интегративным свойством

(Скляр/Жилин)

# Альтернативные определения системы



Какое определение системы правильное?

# Какое определение системы правильное?

- Систем, как таковых нет, есть наши субъективные представления о целом и объектах реальности
- Под большинство определений можно подвести практически любой объект
- Но понятие “система” должно обладать своим уникальным содержанием, отличающим его от “целого” и “объекта”
- Похоже, что изучение различий способно дать больше понимания о функционировании объектов, нежели поиск общих закономерностей

# Точка зрения советского физиолога Анохина

- У целостного подхода нет конструктивных решений для повседневного использования
- Характерная черта системного подхода — применение аналитического подхода с обязательной идентификацией частного в большой системе
- Все попытки обосновать такой подход остановились на терминологии, т.к. предложенные определения никак не помогают вести исследовательскую работу
- Поиск системообразующего фактора является ключевой проблемой
- Многие строят его на основе понятия “упорядоченное взаимодействие”, но что это такое? Как “неорганизованное множество” становится “организованным”?
- Поэтому общая теория систем не соответствует своему названию





# Природа систем (по Акоффу)

Система (греч. ΣΥΣΤΗΜΑ – целое, составленное из частей; соединение) — состоящее из 2+ элементов множество, удовлетворяющее условиям:

1. Поведение каждого элемента влияет на систему в целом
2. Поведение элементов и их воздействия на целое взаимозависимы
3. Какие бы подгруппы элементов ни образовались, каждый элемент воздействует на поведение целого, и ни один из них не воздействует на них самостоятельно,  
т.е. образование независимых подгрупп невозможно

# Некоторые важные понятия

- **Состояние системы** -- множество релевантных свойств, которыми она обладает в данный момент
- **Внешняя среда** -- множество переменных (элементов и их свойств), способных влиять на систему (ее релевантные свойства)
- **Замкнутая система** -- система не имеющая внешней среды
- **Открытая система** -- система, у которой есть внешняя среда

Включено/ исключено, скорость, температура, валовый внутренний продукт

Лабораторные исследования, производитель-продукт

Изоляционизм, автономность

# Некоторые важные понятия

- **Статическая система** -- система, в которой не происходит событий (изменений структурных свойств или внешне среды)  
Стол, компас
- **Динамическая система** -- система, в которой происходят события, состояние которой меняется  
Автомобиль
- **Гомеостатическая система** -- система, сохраняющая свое состояние в изменяющейся окружающей среде путем внутреннего регулирования  
Холодильник

# Некоторые важные понятия

- **Реакция системы** -- системное событие, которое детерминированно вызвано другим событием
- **Отклик системы** -- событие системы, производимое другим событием
- **Действие системы** -- событие системы, для которого изменения во внешней среде либо не требуются, либо недостаточны
- **Поведение системы** -- системное изменение, которое инициирует другие события

Включение света тумблером, реактивная система

Включение света при наступлении темноты, респонсивная система

Изменение яркости света компьютером, автономная система

# Классификация систем (Акофф)

- **Система, поддерживающая состояние** -- реагирует на изменения одинаково в одинаковых условиях и по-разному в различных
- **Система поиска цели** -- может давать разный отклик на разные события и по-разному реагировать на конкретное событие пока не произведет целевое состояние
- **Целенаправленная система** -- способна изменять свои цели при постоянных условиях; она выбирает цели и средства и тем самым проявляет волю

Система отопления, “стат”-системы

Системы с автопилотом, самонаводящиеся ракеты

Человек

# Адаптация и обучение

- Адаптивность -- способность системы модифицировать себя или окружающую среду в случаях, когда изменения негативно воздействуют на систему, таким образом, чтобы восстановить хотя бы часть утраченной эффективности

|                             |                          |
|-----------------------------|--------------------------|
| Адаптация другого к другому | Адаптация другого к себе |
| Адаптация себя к другим     | Адаптация себя к себе    |

- Обучение -- повышение эффективности в достижении цели при неизменных условиях
  - Необходима модификация своего поведения + память
  - На обучение способны системы поиска цели и системы более высокого порядка

# Еще одна классификация (Боулдинг)

1. Статическая структура
2. Простая динамическая система с полностью детерминированными процессами
3. Уровень термостата или системы с управляемыми циклами обратной связи
4. Самосохраняющаяся структура, или уровень клетки (гомеостаз)
5. «Генетически-общественный» уровень растения (циклический процесс воспроизводства структуры по генетически оформленному коду)
6. Минимальный целенаправленный уровень – уровень животных
7. Интеллектуальная система – человеческий уровень (способность к рефлексии)
8. Социальная система
9. Трансцендентный уровень (некий Абсолют)

# Классификация систем (Акофф)

| Системы           | Части              | Целое              |
|-------------------|--------------------|--------------------|
| Детерминированные | Нецеленаправленные | Нецеленаправленное |
| Анимационные *    | Нецеленаправленные | Целенаправленное   |
| Социальные        | Целенаправленные   | Целенаправленное   |
| Экологические     | Целенаправленные   | Нецеленаправленное |

\* Жизнь характеризуется самообновлением – сохранением целостности, в то время как сами компоненты распадаются и выстраиваются заново, создаются и уничтожаются, производятся и потребляются

# Источники

- Ксенчук Е. *Системное мышление. Границы ментальных моделей и системное видение мира* — Москва, Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2011.
- Акофф Р. *Акофф о менеджменте* — Санкт-Петербург, Питер, 2002.
- Гараедаги Дж. *Системное мышление. Как управлять хаосом и сложными процессами. Платформа для моделирования архитектуры бизнеса* — Минск, Гревцов Паблишер, 2007.

# Иллюстрации

- Тупоконечники: <http://demiart.ru/forum/journal.php?user=281256&comm=370020>
- Каменщики: <https://en.wikipedia.org/wiki/Stonemasonry>
- Часы: <https://www.pinterest.com/pin/435441857691092715/>
- Связи: <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2332585/Plan-X-Apple-designers-animators-enlisted-help-America-develop-World-cyberwarcraft-system.html>
- Карта электроснабжения США: <http://www.rsvlts.com/2012/07/30/aerial-data-visualisation-reveals-life-in-the-united-states/>
- Анохин: <http://isaran.ru/?q=ru/person&guid=9297EC4C-9BC1-9161-0D25-19AE49D24F87>
- Пчела: <http://weknowyourdreams.com/images/bee/bee-05.jpg>