

Системный анализ

Лекция 5

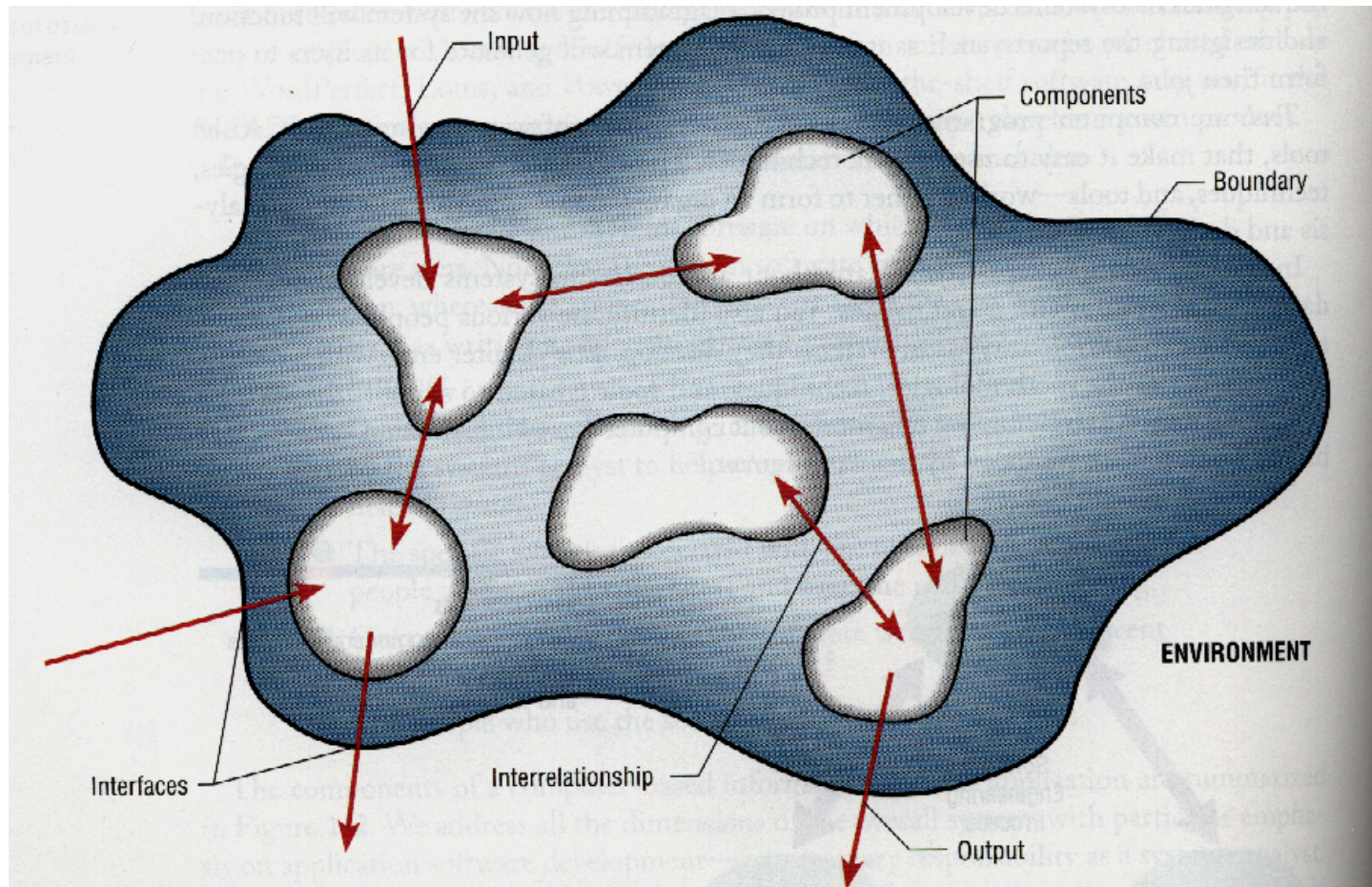
Природа систем (по Акоффу)

- 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

Системы

- Система — нечто большее, чем просто сумма составляющих ее частей
- Многие взаимосвязи в системах реализуются через потоки информации.
- Наименее явная часть системы — ее назначение или **цель** — оказывает определяющее влияние на поведение системы.
- Структура системы определяет ее поведение

Система



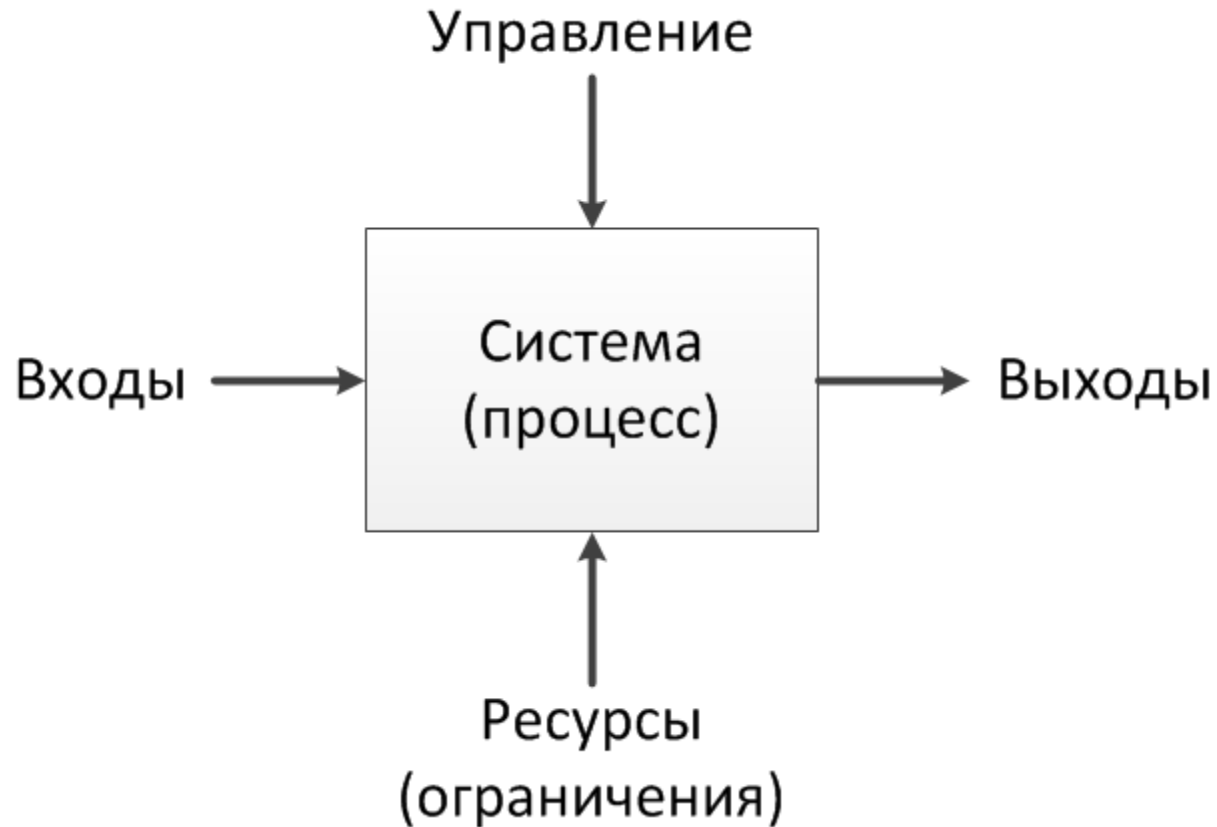
Некоторые важные понятия

- **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)
- **Функциональная среда** — законы, алгоритмы, по которым осуществляется взаимодействие между элементами и функционирование системы в целом
- **Элемент** — неделимая, самостоятельно функционирующая часть системы
- **Компонент** — множество однородных элементов, объединенных общими функциями
- **Структура** — совокупность связей, по которым обеспечивается энерго-, массо- и инфообмен между элементами

Система (по Тарасенко)

- Статические свойства
 - Целостность
 - Открытость
 - Внутренняя неоднородность (различимость частей)
 - Структурированность
- Динамические свойства
 - Функциональность
 - Стимулируемость (подверженность изменениям извне)
 - Изменчивость во времени
 - Существование в изменяющейся среде
- Синтетические свойства
 - Эмерджентность
 - Неразделимость на части
 - Ингерентность (согласованность со внешней средой)
 - Целесообразность (подчиненность поставленным целям)

Система (по Оптнеру)



Примеры

Система	Живой организм	Google
Цель	Выживание, размножение	Организовать всю имеющуюся в мире информацию
Среда	Законы физиологии	Интернет
Элементы	Клетки органов и тканей	Программисты
Компоненты	Органы	Проекты (Поиск, Реклама, Youtube, G+)
Структура	Совокупность связей через дыхательную, кровеносную, нервную и другие системы	Куки браузеров, сеть коммуникаторов и серверов

Классификация (Акофф)

Системы	Части	Целые
Детерминированные	Нецеленаправленные	Нецеленаправленные
Анимационные *	Нецеленаправленные	Целенаправленные
Социальные	Целенаправленные	Целенаправленные
Экологические	Целенаправленные	Нецеленаправленные

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

Гомогенные и гетерогенны системы (Хомяков)

Гомогенные системы	Гетерогенные системы
Состоят из однородных, слабо связанных элементов	Состоят из существенно различных компонентов
Примеры: газ, популяции, социальные группы	Примеры: организм, машины
1. Границы размыты 2. Структура аморфная 3. Добавление/удаление элементов влияет несущественно 4. Реакция на воздействия однотипная, носит вероятностный характер	1. Четкие границы 2. Структура имеет четкую морфологию 3. Изъятие элементов существенно влияет на систему 4. Реакция как правило детерминированная

Гомогенные и гетерогенны системы (Хомяков)

Популяция (гомог.)



Организм (гетер.)



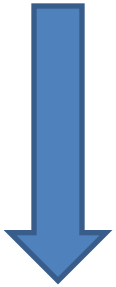
Органы и ткани (гомог.)



Клетки (гетер.)

Еще одна классификация (Боулдинг)

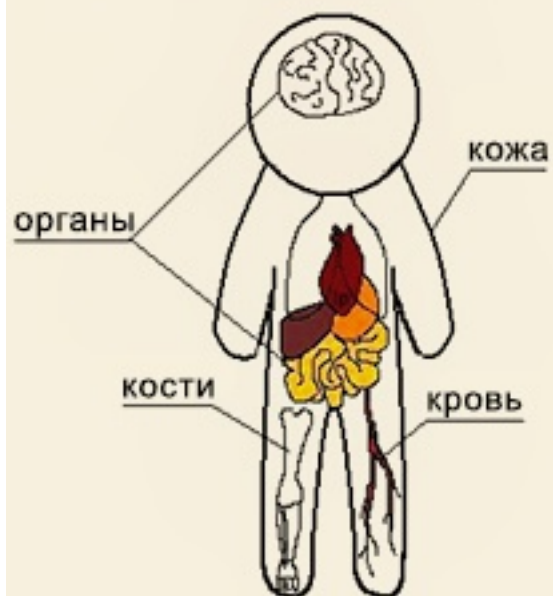
1. Паразитирующая система
2. «Хищник-жертва»
3. Угроза
4. Обмен
5. Интеграция



Произвольность выбора системы

- Выбор элементов, границ и связей внутри системы субъективен и зависит от поставленных целей
 - Человек как физический объект
 - Человек как живой организм
 - Человек как социальный объект
- Мы ищем причины проблем используя наиболее доступные данные
 - Близко в пространстве и по времени
 - Небольшое количество известных параметров
- Мы выбираем модель системы, соответствующую нашему мировоззрению

Из чего состоят:



Биолог



Физик



Гуманитарий



Особенности поведения систем

- Целостность и эмерджентность (синергичность, холизм)
- Иерархичность (вложенность, экспансионизм)
- Активность, адаптивность
- Скачкообразное изменение состояния
- Взаимосвязи элементов (контуры обратных связей)
- Задержки во времени, побочные эффекты
- Управление через точки влияния
- Контринтуитивность
- Тенденция к ухудшению состояния

Арифметика от Наполеона

- 2 мамелюка $>$ 3 француза
- 100 мамелюков $=$ 100 французов
- 300 мамелюков $<$ 300 французов
- 1500 мамелюков $\ll$ 1000 французов

Многоэкранная схема мышления Альтшуллера



АКТИВНОСТЬ

- Интенсивность и разнообразие реакций на изменения
- Принцип Ле Шателье
 - Система стремится измениться таким образом, чтобы свести к минимуму эффект внешнего воздействия
- Гомеостаз и гомеокинез
- Скачкообразное изменение состояний

Нечувствительность к изменениям параметров

*«Стала водка шесть и восемь — все равно мы
пить не бросим*

Передайте Ильичу — нам и десять по плечу.

*Если станет ещё больше — будет то, что было в
Польше.*

*Если станет двадцать пять — будем снова
Зимний брать.»*

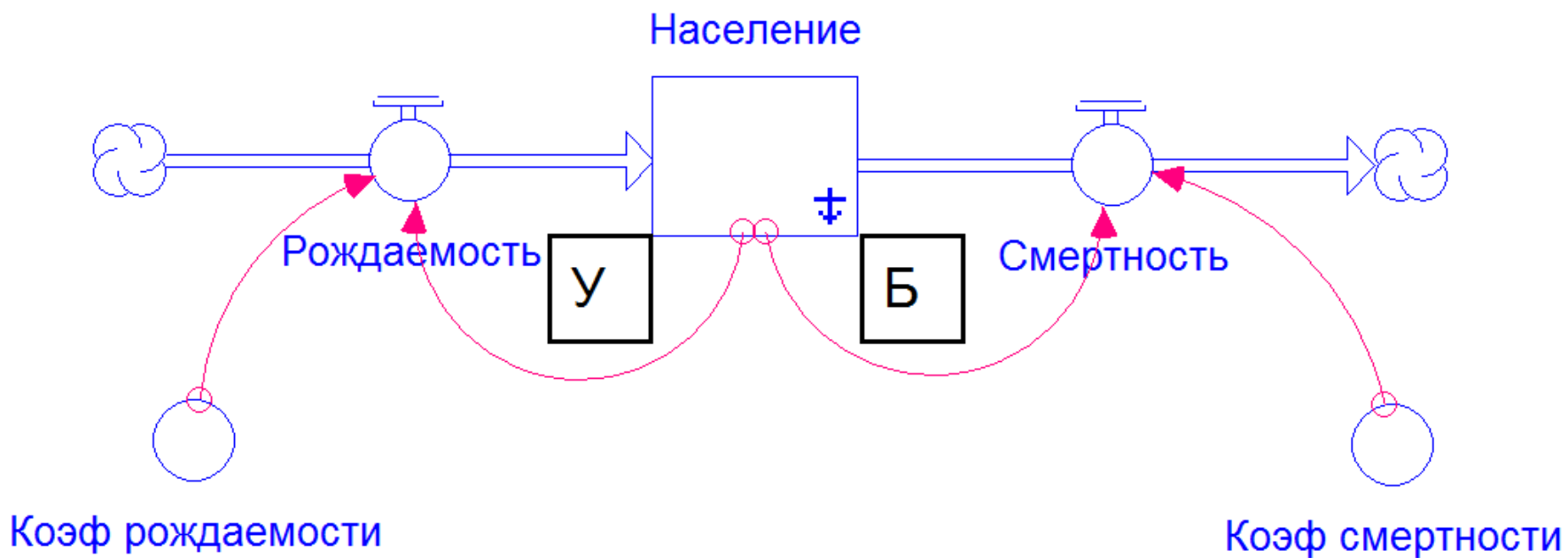
Взаимосвязи

- Отражение взаимосвязей субъективно и зависит от целей наблюдателя
- Взаимосвязи— форма взаимодействия активных элементов
 - Обмен материальными продуктами
 - Обмен информацией
 - Отношения
 - Влияние
- Принцип Причина-Следствие не работает (чаще всего)

Взаимосвязи

- Сетевая структура системы
 - Общество
 - Facebook Graph
 - Таргетированная реклама
- Статическая и динамическая сложности
 - Закон “расшаривания” информации $Y = 2^X$
- Контуры обратных связей
 - Усиливающая обратная связь
 - Балансирующая обратная связь
- Системная динамика

Циклы обратной связи



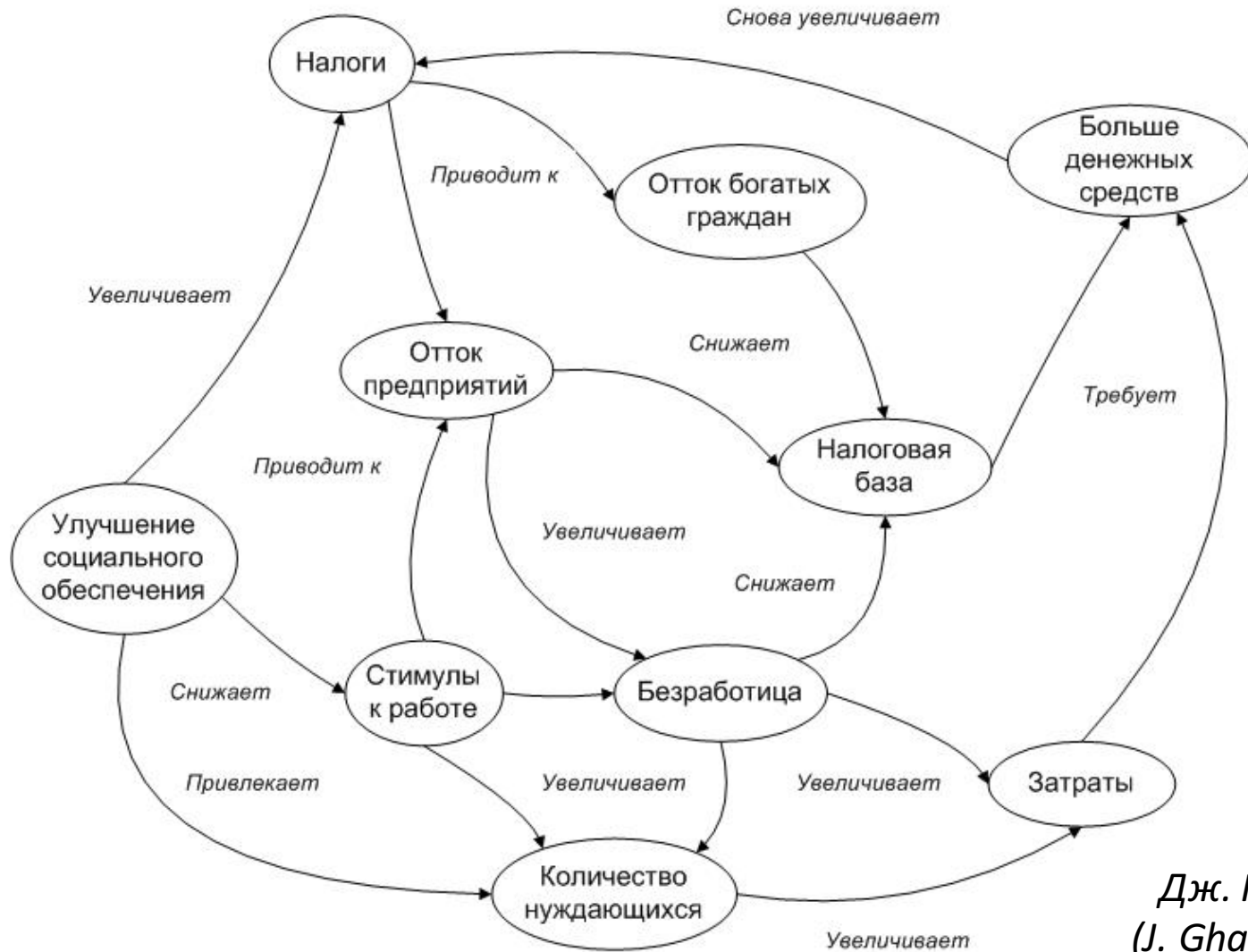
Циклы обратной связи

- Цикл обратной связи – цепочка причинно-следственных связей, исходящую из запаса и возвращающуюся к нему же
 - Правила, законы, действия
- Балансирующие циклы обратной связи позволяют достичь желаемого значения
 - Источник стабильности и противодействия изменениям
- Усиливающие циклы обратной связи раскручивают сами себя
 - Экспоненциальный рост или даже выход системы за пределы
- Информация в цикле обратной связи может повлиять только на будущее поведение
 - Сигнал невозможно доставить мгновенно
- Системы с одинаковой структурой обратных связей демонстрируют схожее поведение

Контринтуитивность

- «Хотели как лучше, а получилось как всегда»
- Комната с термостатом, о котором вы не знаете
- Борьба с насекомыми-вредителями
- Снижение расходов при снижении прибыли
- «Трагедия коллективного ресурса»

Контринтуитивность



Дж. Гараедаги
(J. Gharajedaghi)

Некоторые правила работы с системами

- Для понимания проблемы изучите ее в целом
- Нечеткое определение границ – постоянный источник проблем
- Связи важнее элементов
- Воздействуйте на систему в целом, а не по частям
- Ищите точку для приложения сил
- Каждое решение создает новые проблемы (возможно в будущем)
- Больше степеней свободы – жизнеспособнее система
- Ничто не растет вечно – контролируйте рост и ограничения

Почему системы ведут себя неожиданно

- Системы открыты – провести границу сложно
- Взаимосвязи нелинейны
- У роста всегда будут пределы
 - Невозобновимые ресурсы ограничены объемами запасов
 - Возобновимые ресурсы ограничены скоростью воспроизводства
- Сложное поведение вызывается переходом доминирования от одного цикла обратной связи к другому
- Наличие запаздываний в циклах обратной связи
- Ограниченная рациональность каждого участника системы
- Системы часто обладают свойством самоорганизации
 - Выстраивание собственной структуры, создание новых структур, обучение, видоизменение, усложнение