

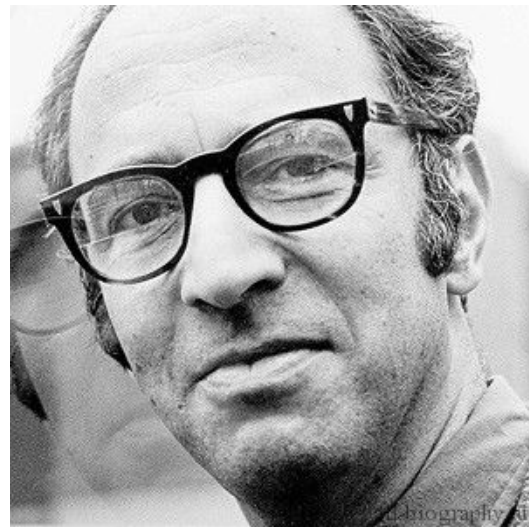
Системный анализ

Лекции 7 и 8

Системная парадигма

Развитие научной дисциплины

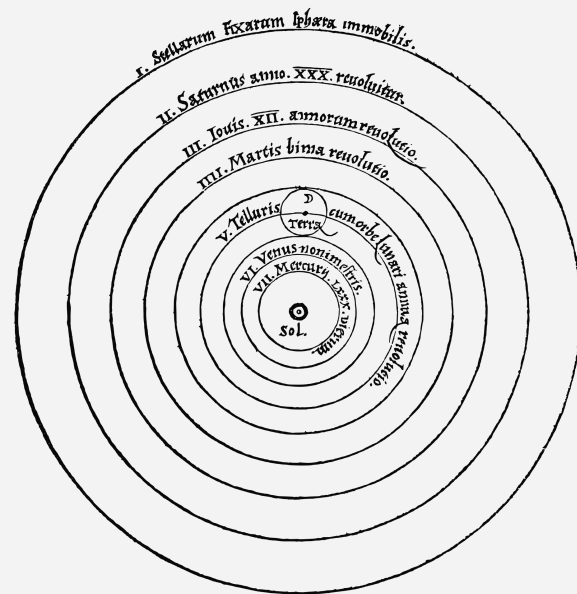
- **Парадигма**
 - совокупность фундаментальных научных установок, представлений и терминов, принимаемая и разделяемая научным сообществом и объединяющая большинство его членов
- **Этапы развития:**
 - Допарадигмальный — сбор и осмысление фактов
 - Господство парадигмы
 - Кризис нормальной науки — нарастание фактов, которые не могут быть убедительно решены в рамках текущей
 - Научная революция — смена парадигмы



Томас Кун,
американский философ науки,
автор книги “Структура научных
революций” (1962)

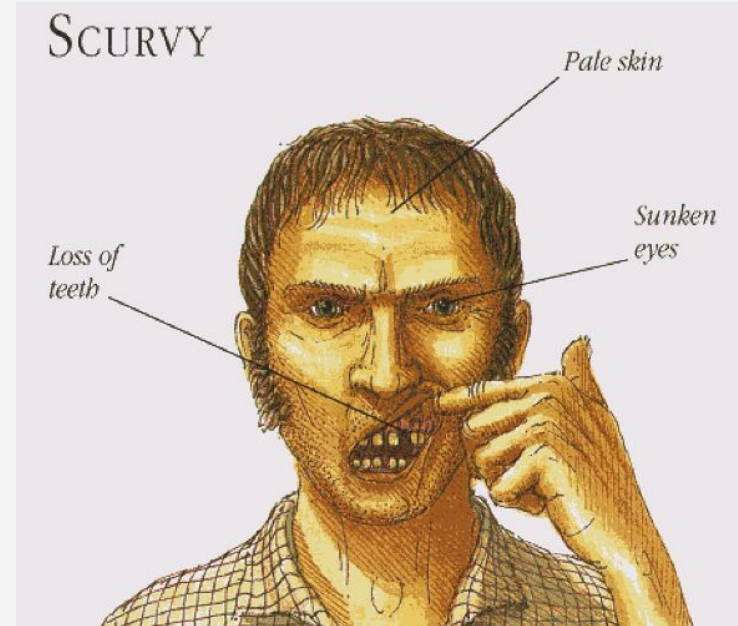
Пример: Революция Коперника

- IV BC** Аристотель, Земля в центре мироздания
- II BC** Клавдий Птолемей, геоцентрическая система мира, к XVI веку накоплены факты против такой картины мира
- 1543** Коперник, Земля вращается вокруг Солнца
- 1600** Бруно, бесконечность Вселенной
- 1613** Галилей, защита взглядов Коперника
- 1616** Запрет церковью учения Коперника
- 1622** Кеплер, труд по гелиоцентрической системе
- 1632** Галилей излагает учение Коперника, суд над ним
- XVII век** Смена парадигмы



Пример: История борьбы с цингой

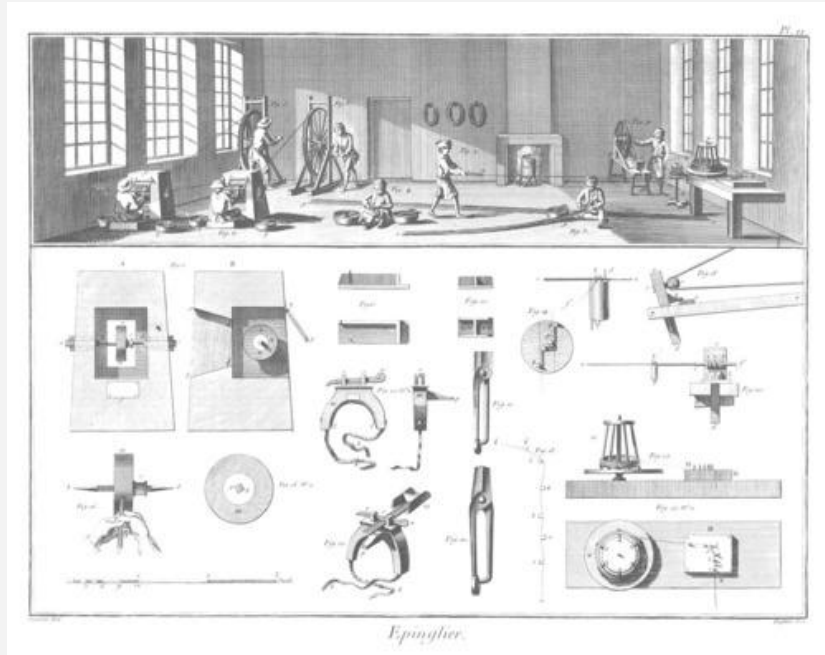
- <1600** Цинга смертельно опасна для моряков
- 1601** Эксперимент Ланкастера по использованию лимонного сока
- 1747** Официальный эксперимент Линда (лимонный сок побеждает)
- 1795** Британский флот начинает использовать лимонный сок
- 1865** Лимонный сок становится обязательным на всех кораблях



Теги эпохи машин

Редукционизм	<ul style="list-style-type: none">● Сложное сводится к простому
Детерминизм	<ul style="list-style-type: none">● Необходимость и достаточность причинно-следственной связи● Отсутствие свободы воли● Отсутствие понятия внешней среды
Механистицизм	<ul style="list-style-type: none">● Вселенная как часы
Промышленная революция	<ul style="list-style-type: none">● Материализм● Разбиение труда на простые операции● Механизация отдельных работ● Дегуманизация труда

Пример: Булавки Адама Смита



- Упомянуется в труде Адама Смита “Исследования о природе и причинах богатства народов” (1776)
- По отдельности каждый ремесленник может произвести в день от 1 до 20 булавок
- Булавочная фабрика
 - 18 операций
 - Технологическая цепочка
 - 10-18 обученных рабочих
 - 48 тысяч булавок в день
- Рост производительности в 240 раз

Пример: Кто сшил костюм?



Кто сшил костюм? Кто это сделал? Я ничего не буду делать, не буду кричать, я только хочу в глаза ему посмотреть.

Выходит сто человек и говорят: Мы!

Я говорю: Кто это "мы"?

"У нас узкая специализация. Один пришивает карман, один - проймочку, я лично пришиваю пуговицы. К пуговицам претензии есть?"

"Нет! Пришиты насмерть, не оторвёшь!"

"Скажите спасибо, что мы к гульфику рукав не пришили."

Теги эпохи систем

Экспансионизм	<ul style="list-style-type: none">● Система < Надсистема < Надсистема 2 < ...● Холистический взгляд на мир
Производитель-продукт	<ul style="list-style-type: none">● Следствие и причина не связаны однозначно● Производитель необходим, но недостаточен для продукта● Влияние окружающей среды неоспоримо
Телеология	<ul style="list-style-type: none">● Изучение механизма невозможно без понимания целей надсистемы● Изучение целенаправленной системы требует знания целей под- и надсистем
Постиндустриальная революция	<ul style="list-style-type: none">● Появление приборов для измерения показателей● Технологии связи и наблюдения (передача данных)● Автоматизация вместо механизации

Анализ VS Синтез

<p>Разбираем объект на части</p> <p>Сужаем фокус</p>	<p>Ищем надсистему</p> <p>Расширяем фокус</p>
<p>Исследуем каждую часть в отдельности</p> <p>Фокусируемся на структуре (как все работает)</p>	<p>Понимаем поведение надсистемы</p> <p>Фокусируемся на функции (почему так работает)</p>
<p>Пытаемся понять, как работает объект целиком</p> <p>Изучаем взаимодействие частей</p>	<p>Объясняем поведение системы по ее функции в надсистеме</p> <p>Изучаем взаимодействие с внешней средой</p>

Тектология Богданова



Александр Богданов (Малиновский)

Врач, философ, естествоиспытатель

- Всеобщая организационная наука (Тектология) (1912-1922)
- Системы рассматриваются как целостные образования
- (Дез)организованность
- Равновесие не статическое, а динамическое
- Тенденции к равновесию и расшатыванию => кризис
- Организационные задачи можно решать так же, как и математические

Теория систем фон Берталанфи



Людвиг фон Берталанфи

Биолог

- Открытые и замкнутые системы
- Наличие внешней среды
- Поиск общих закономерностей в поведении разных систем
- Связь с отраслями математики
- Решение прикладных задач
- Организационные аспекты требуют такого же внимания, как и технологические

Понятие системы

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

Избранные определения системы

Хомяков	Совокупность элементов, объединенных общей средой функционирования и целью функционирования
О'Коннор, Макдермотт	Сущность, которая в результате взаимодействия ее частей может поддерживать свое существование и функционировать как единое целое
Жилин	Совокупность, обладающая интегративным свойством

Какое определение системы правильное?

Какое определение системы правильное?

- Систем нет -- есть наши субъективные представления о целом и объектах реальности
- Выбор системы зависит от целей исследователя

Пример: Пчела с точки зрения энтомолога, ботаника,
пасечника



Система (по Тарасенко)

Статика

- Целостность
- Открытость
- Наличие различных частей
- Структурированность

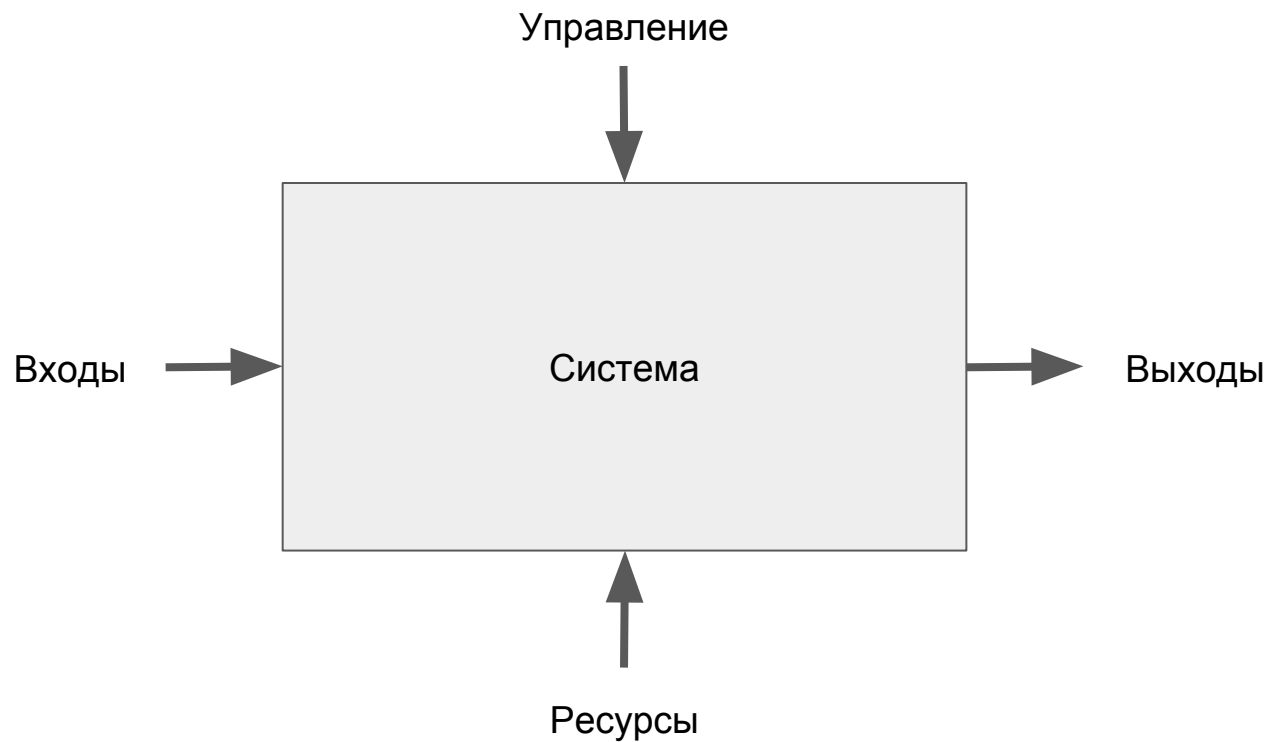
Динамика

- Наличие входов (стимулов) и выходов (функций)
- Изменчивость во времени
- Существование в изменяющейся среде

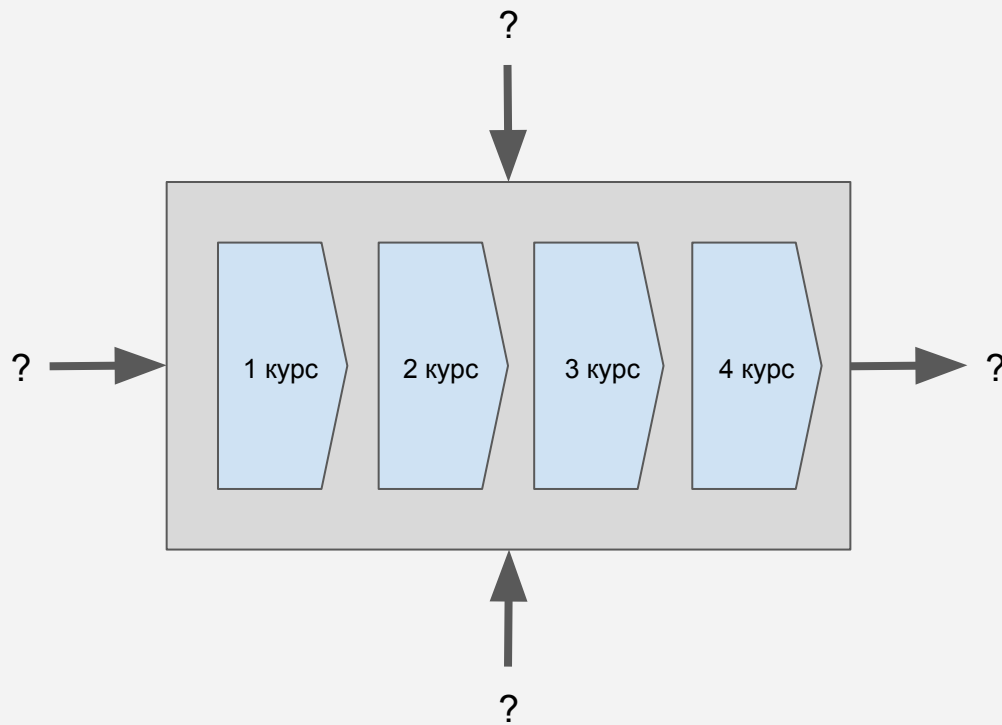
Синтетика

- Эмерджентность
- Неразделимость на части
- Согласованность с внешней средой
- Подчиненность поставленным целям

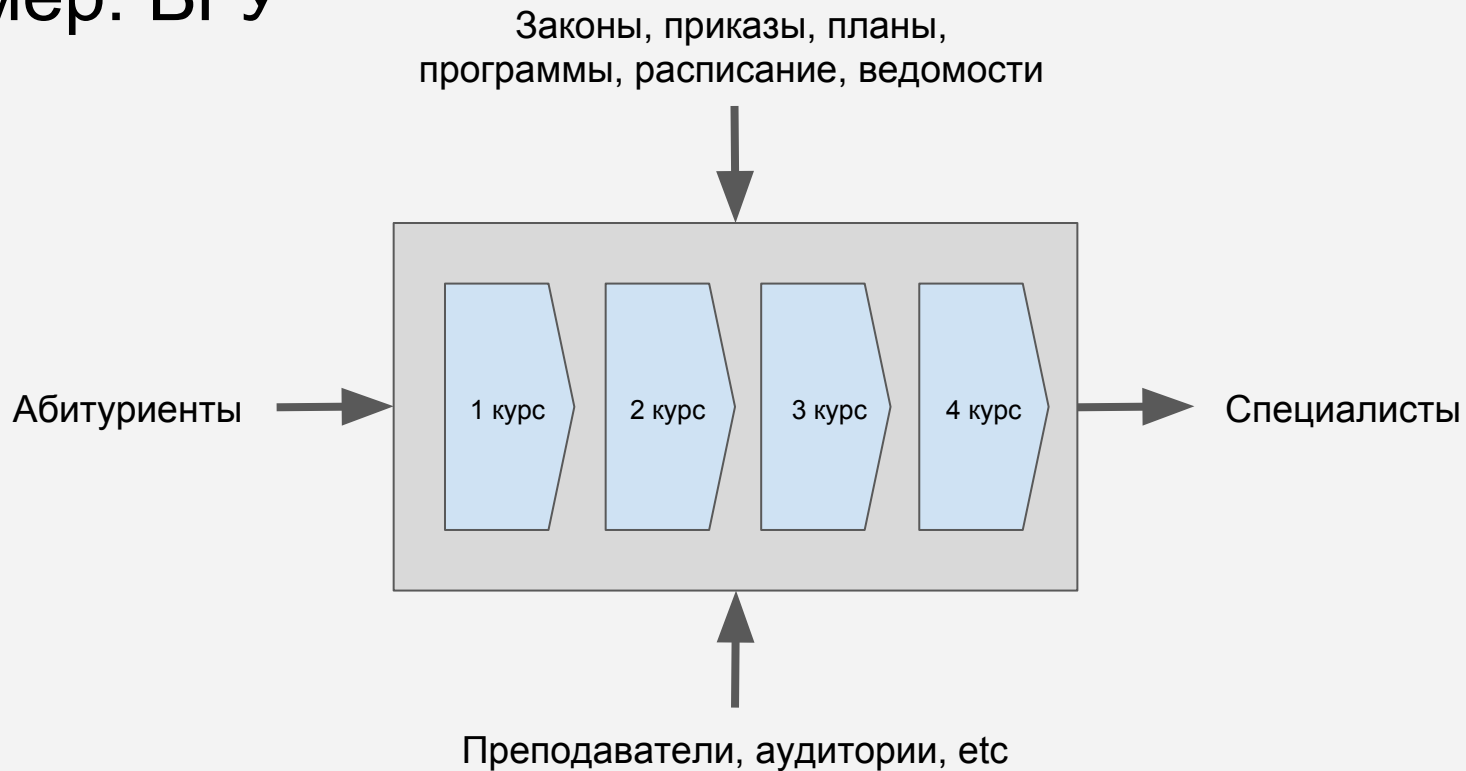
Система по Оптнеру



Пример: БГУ



Пример: БГУ



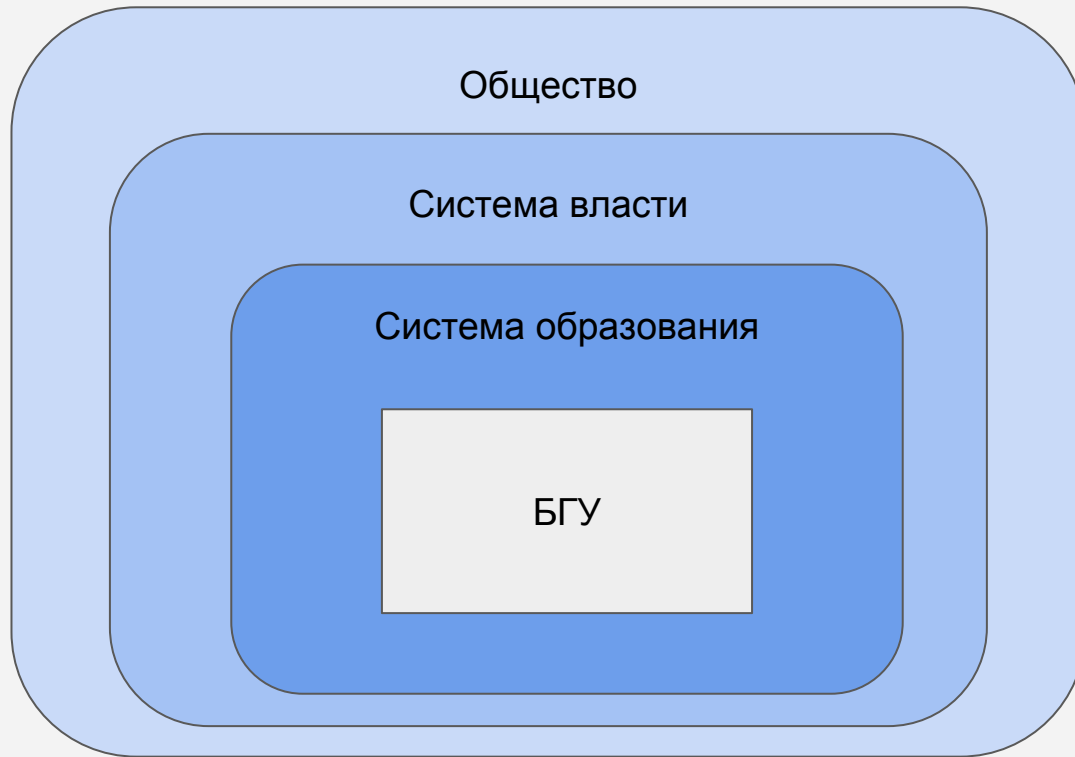
Некоторые важные понятия

- **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

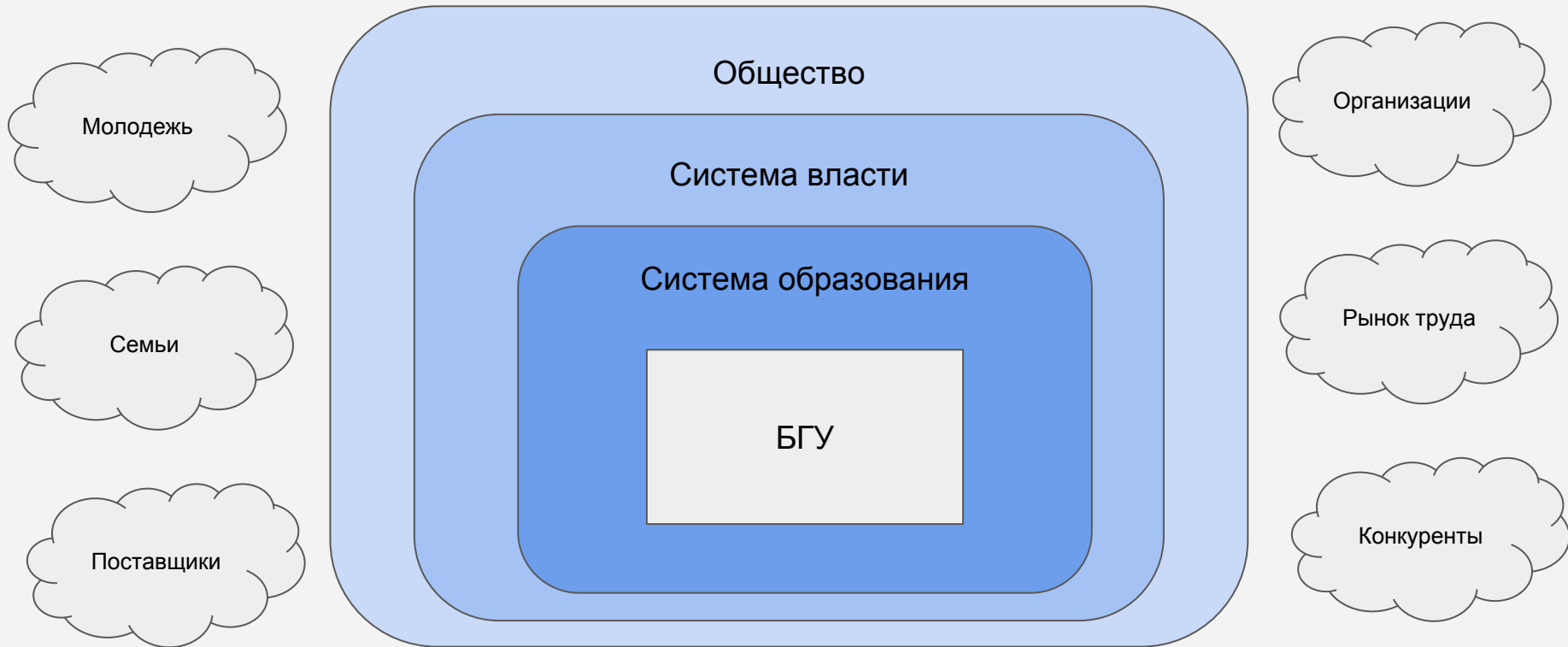
Примеры

Система	Живой организм	Google
Цель	Выживание, питание, размножение	Организовать всю имеющуюся информацию
Среда	Законы физиологии	Интернет (и не только)
Элементы	Клетки органов и тканей	Программисты
Компоненты	Органы	Проекты
Структура	Совокупность связей через дыхательную, кровеносную, нервную и другие системы	Куки браузеров, сеть мобильных устройств и серверов

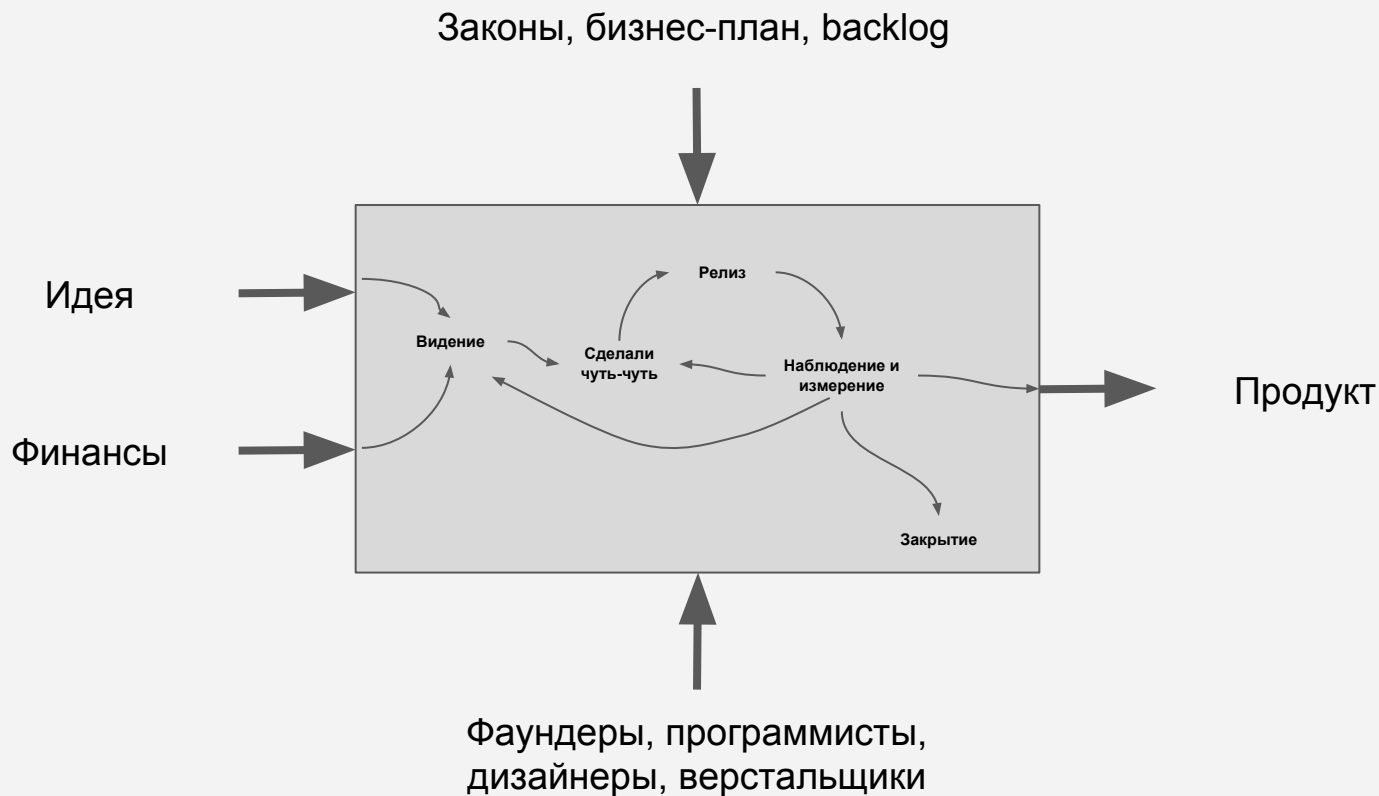
Пример: БГУ



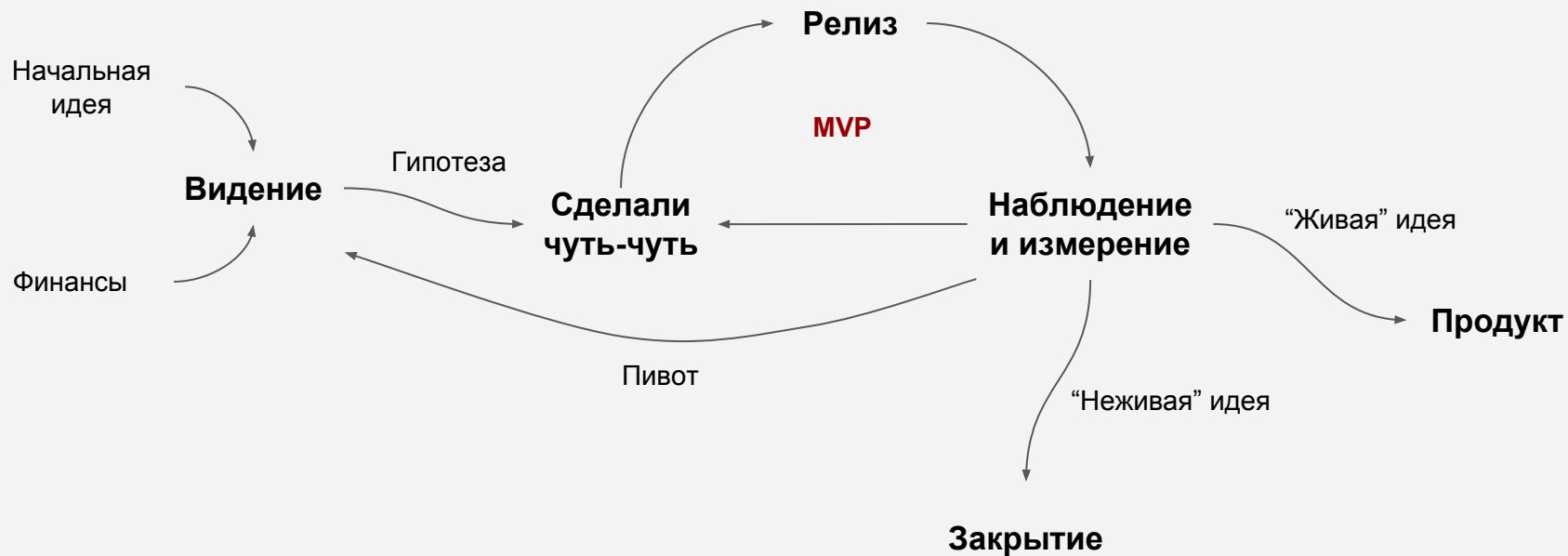
Пример: БГУ



Пример: ИТ-стартап



Пример: ИТ-стартап



Системное свойство

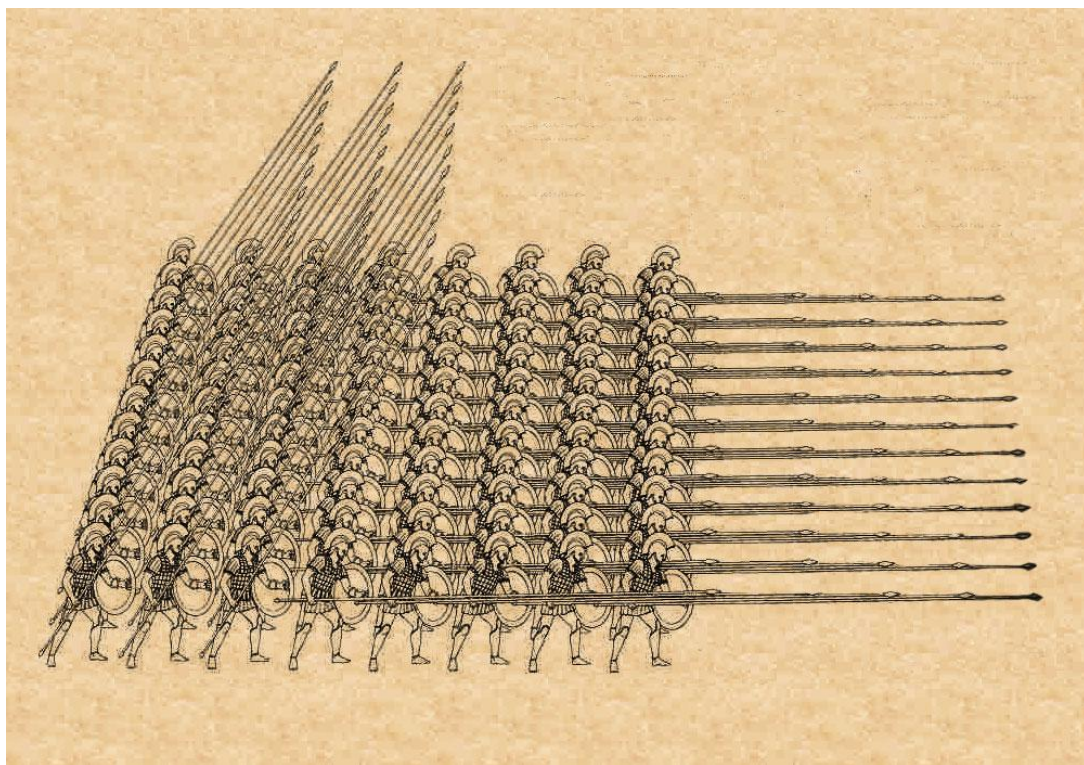


Ахилл поражает Гектора

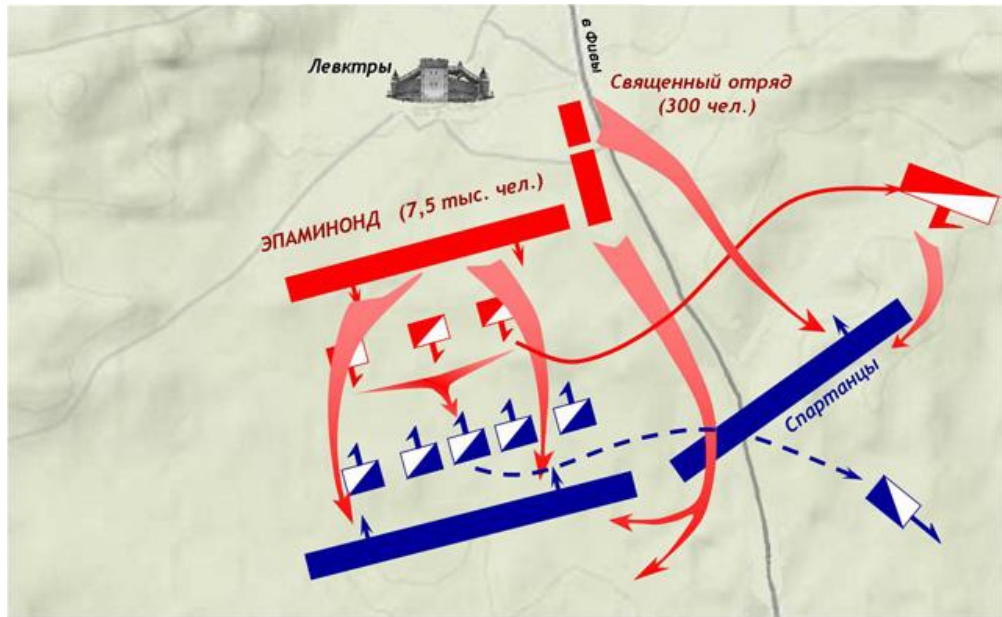


Марафонская битва

- 490 год до н.э.
- Битва между персами и греками
 - 26 000 персов
 - 10 000 греков
- Победили греки
- Потери
 - 6 400 персов
 - 192 греков

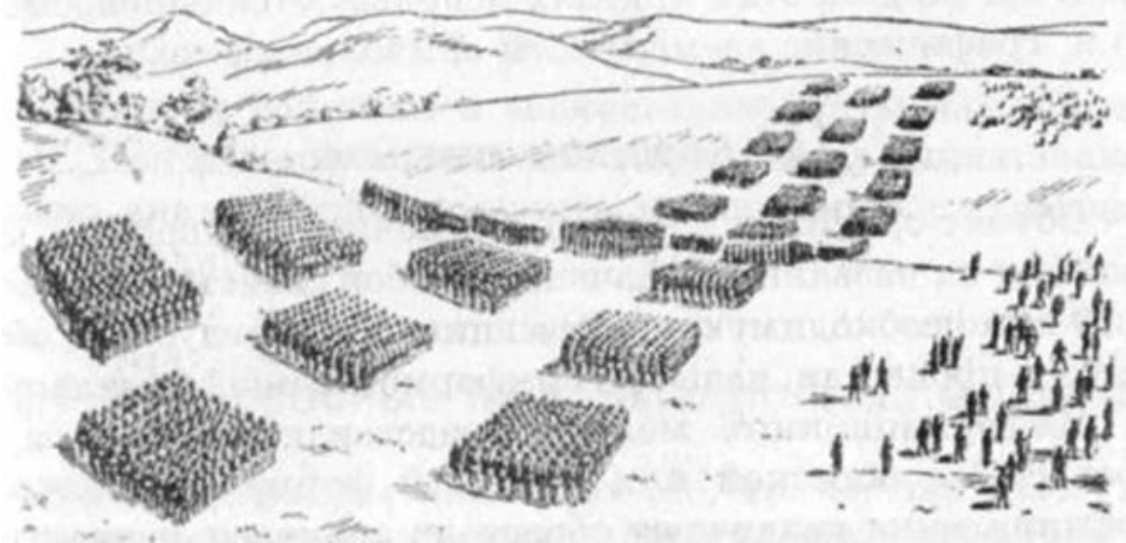


Греческая фаланга



Битва при Левктрах

- 371 год до н.э.
- Спартанцы против Беотийцев
- Атака с тыла
- Фаланга рассыпалась



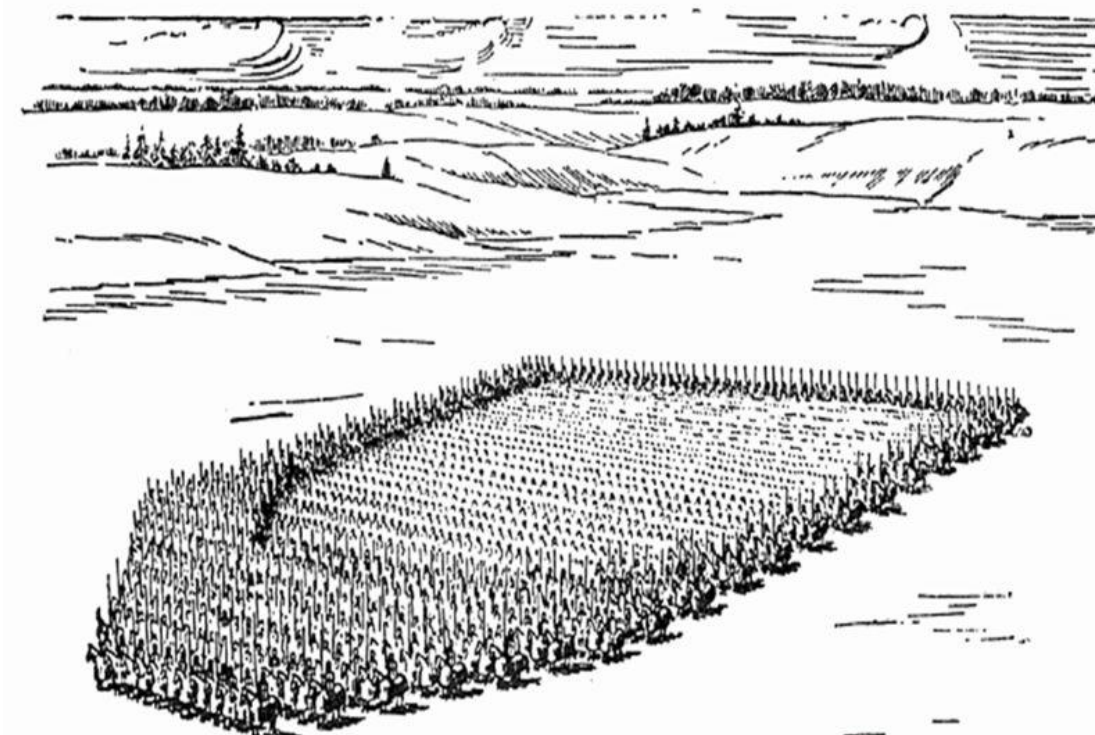
Римский легион

- Фаланга = 3 когорты
- Когорта = 10 манипул
- Манипула
 - 120 воинов
 - Десятки управляются деканами
 - Фаланга сама по себе
- Хорошо управляется и перестраивается



Катафракт

- Тяжело вооруженная конница
- Стремена дают опору при ударе
- Поддержка лучниками



Schweinkopf или Свинья



Ледовое побоище

- 1242 год
- Тевтонские рыцари разбиты Александром Невским
- Ключевые моменты:
 - Атака Псковского полка
 - Нарушение строя немцев
 - Полки правой и левой руки
 - Отступление на Чудское озеро
 - Апрельский лед
 - Шипованные подковы

Что было у греков, чего не было у персов?

Что было у греков, чего не было у персов?

- Системное свойство -- **строй**
- Его нет в элементах, оно появляется в системе
- Его нужно увидеть!

Что было у греков, чего не было у персов?

- Системное свойство -- **строй**
- Его нет в элементах, оно появляется в системе
- Его нужно увидеть!

Как победили беотийцы?

Что было у греков, чего не было у персов?

- Системное свойство -- **строй**
- Его нет в элементах, оно появляется в системе
- Его нужно увидеть!

Как победили беотийцы?

- Их система с неоднородностями оказалась сильнее однородной системы

Что было у греков, чего не было у персов?

- Системное свойство -- **строй**
- Его нет в элементах, оно появляется в системе
- Его нужно увидеть!

Как победили беотийцы?

- Их система с неоднородностями оказалась сильнее однородной системы

Римский легион еще более эффективен

- Системные эффекты -- маневренность, управляемость

Что было у греков, чего не было у персов?

- Системное свойство -- **строй**
- Его нет в элементах, оно появляется в системе
- Его нужно увидеть!

Как победили беотийцы?

- Их система с неоднородностями оказалась сильнее однородной системы

Римский легион еще более эффективен

- Системные эффекты -- маневренность, управляемость

Как победил Александр Невский?

Что было у греков, чего не было у персов?

- Системное свойство -- **строй**
- Его нет в элементах, оно появляется в системе
- Его нужно увидеть!

Как победили беотийцы?

- Их **система с неоднородностями** оказалась сильнее однородной системы

Римский легион еще более эффективен

- **Системные эффекты** -- маневренность, управляемость

Как победил Александр Невский?

- У него была менее организованная система
- Но он сумел организовать **надсистему** (окружающее пространство и сценарий битвы во времени)!

Системное свойство

- Системное = Интегративное = Эмерджентное
- Присуще всей системе в целом, а не ее элементам по отдельности
- Проявляется в поведении системы
- Относительно независимо от свойств элементов системы (до некоторых пределов)
- Свойства систем и подсистем не зависят друг от друга, но взаимно ограничивают пределы возможных изменений свойств друг друга

Примеры

- Электронные и механические часы
 - Одно свойство -- показывать время
 - Состоят из разных элементов
 - Повышая точность доходим до пределов механики
- Вооружение фаланги и легиона
 - Унификация вместо разнообразия
 - Стандартизированные мечи и копья
 - Не смогли победить катафракту из-за разного уровня развития надсистем (сталь против меди)

Пример: Дерево



Пример: Дерево



Интегративное свойство:
образование семян, из которых
могут вырасти другие деревья

Пример: Микроволновка



Пример: Микроволновка



Интегративное свойство:
быстрый подогрев
водосодержащих веществ (пищи)
электромагнитным излучением
дециметрового диапазона

Пример: Ресторан



Пример: Ресторан



Интегративное свойство:
выработка большего количества
пищи чем это могли бы сделать
все участники по отдельности

Типология систем

Некоторые важные классы систем

Абстрактные, конкретные
Открытые, закрытые
Статические, динамические, гомеостатические
Гомогенные, гетерогенные
Мягкие, жесткие
Централизованные, децентрализованные
Детерминированные, одушевленные, социальные, экологические
Системы поддержки состояния, поиска цели, многоцелевые, целестремленные, адаптивные

Пример: Открытые и закрытые системы



Пример: Открытые и закрытые системы

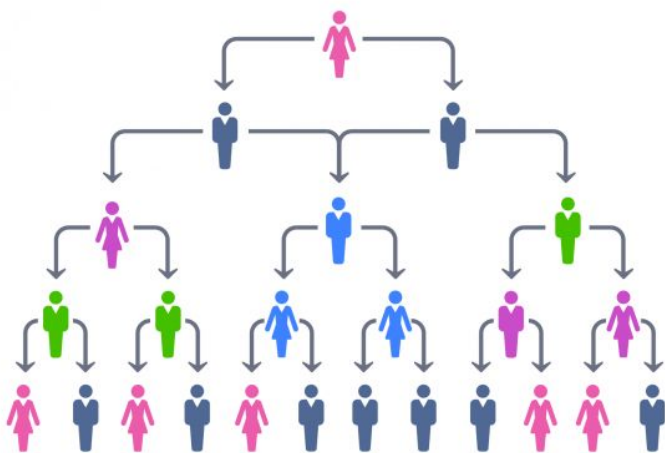


Пример: Гомеокинез и гомеостаз



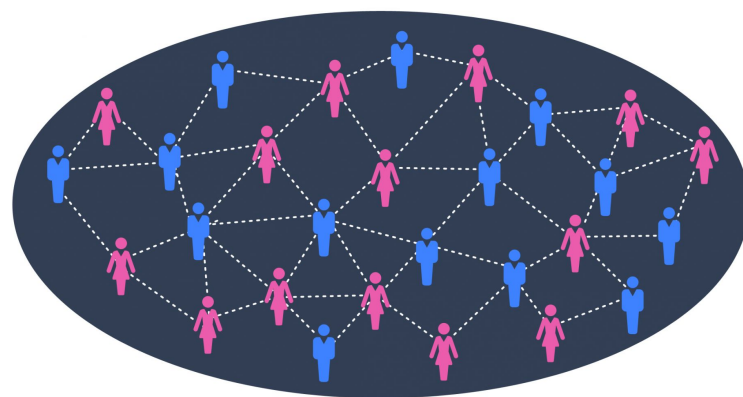
Пример: Централизованные и децентрализованные системы

HIERARCHICAL ORGANIZATIONS



© Jacob Morgan (thefutureorganization.com)

FLAT ORGANIZATIONS



© Jacob Morgan (thefutureorganization.com)

Пример: Централизованные и децентрализованные системы

Теория X

- Рабочим по природе не нравится работа
- Нужен жесткий контроль
- Система вознаграждений/наказаний
- Необходимости иерархии
- Лидер -- надсмотрщик и контролер

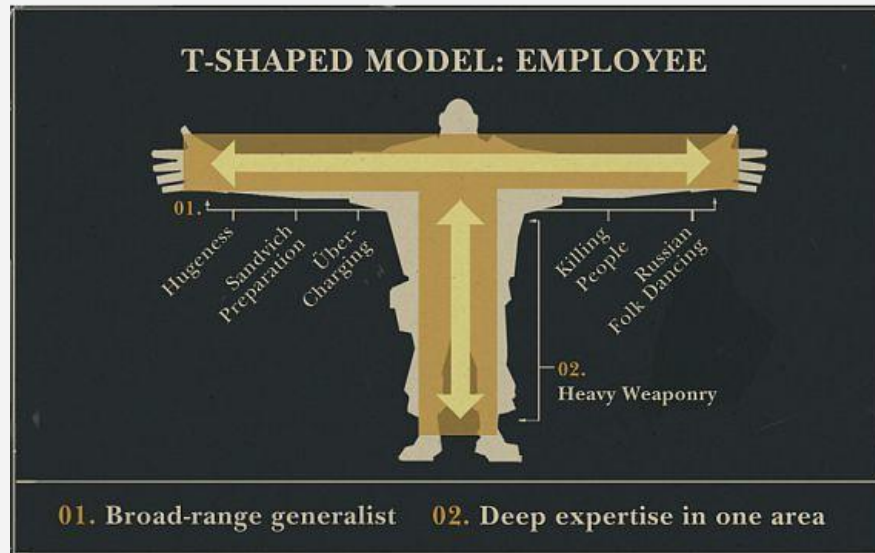
Теория Y

- Рабочие амбициозны, креативны, обеспечивают самоконтроль
- Мотивация -- удовлетворение от выполненной работы
- Создание правильных условий, поощрение инициативности
- Лидер -- катализатор процесса

Пример: Компания Valve

VALVE

- Продукты:
 - Half-Life
 - Counter Strike
 - Dota 2
 - Portal
 - Steam
- Нет боссов и начальников, сотрудники тратят на свои продукты 100% времени
- Спонтанный порядок, сотрудники голосуют за новые проекты “колесиками кресел”
- Поиск T-shaped персон выступая площадкой для них



Гомогенные и гетерогенные системы

Гомогенные системы	Гетерогенные системы
Состоят из однородных, слабо связанных элементов	Состоят из существенно различных компонентов
Примеры: газ, популяция	Примеры: организмы, машины
<ol style="list-style-type: none">1. Границы размыты2. Структура аморфна3. Добавление/удаление элемента влияет несущественно4. Реакция на воздействия однотипная, носит вероятностный характер	<ol style="list-style-type: none">1. Четкие границы2. Структура имеет четкую морфологию3. Изъятие элементов существенно влияет на систему4. Реакция как правило детерминированная

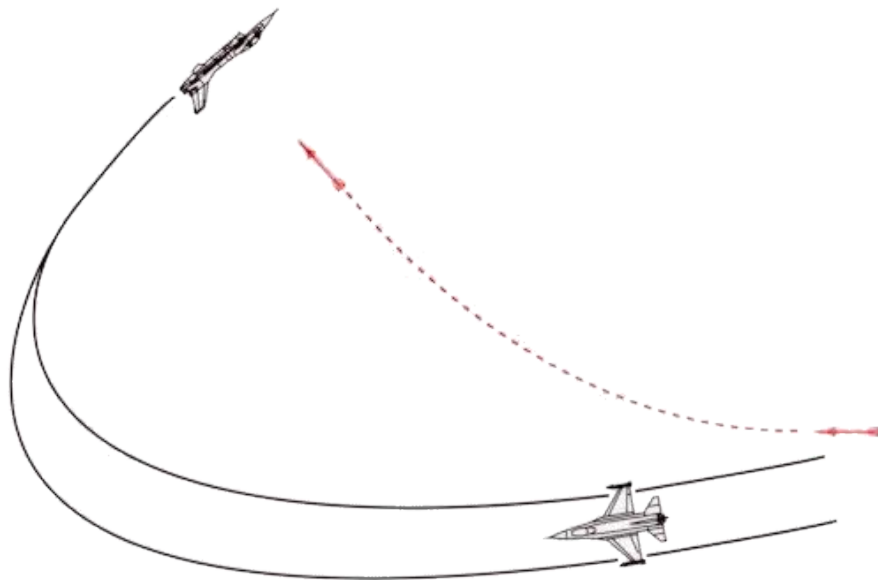
Гомогенные и гетерогенные системы

Гомогенные и гетерогенные системы, как правило, сменяют друг друга на разных уровнях



Классы, связанные с целеполаганием

- Система, поддерживающая состояние
 - Реагирует на изменения одинаково в одинаковых условиях и по-разному в различных условиях
- Система поиска цели
 - Может давать разный отклик на разные события
 - По-разному реагирует на конкретное событие пока не произведет целевое состояние
- Целенаправленная система
 - Способна изменять свои цели при постоянных условиях
 - Выбирает цели и средства, тем самым проявляет волю



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

Классификация систем (Боулдинг)

Неживые системы	Статическая структура	<i>Кристаллы</i>
	Простые динамические структуры с заданным законом поведения	<i>Часы</i>
	Кибернетические системы с управляемыми циклами обратной связи	<i>Термостат</i>
Живые системы	Открытые системы с самосохраняемой структурой	<i>Клетки</i>
	Живые организмы с низкой способностью воспринимать информацию	<i>Растения</i>
	Живые организмы более высокого порядка, но без самосознания	<i>Животные</i>
	Системы с самосознанием, мышлением и нетривиальным поведением	<i>Люди</i>
	Социальная система	<i>Организации</i>
	Трансцендентные системы	<i>?</i>

Источники

- А. Торгашев. [Теоретические основы сильного мышления](#)
- Тарасенко Ф. П. *Прикладной системный анализ* — Томск, Издательство Томского университета, 2004.
- Акофф Р. *Акофф о менеджменте* — Санкт-Петербург, Питер, 2002.
- Жилин Д. *Теория систем. Опыт построения курса* — Москва, Либроком, 2010.
- Хомяков П. М. *Системный анализ: Экспресс-курс лекций* — Москва, Издательство ЛКИ, 2008.