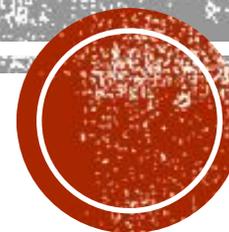


# СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ (МОТИВЫ ПОДНЕБЕСНОЙ)

Смирнов Виталий Васильевич,

доцент кафедры технологии машиностроения и  
качества



# О

## ТЕРМИНОЛОГИИ

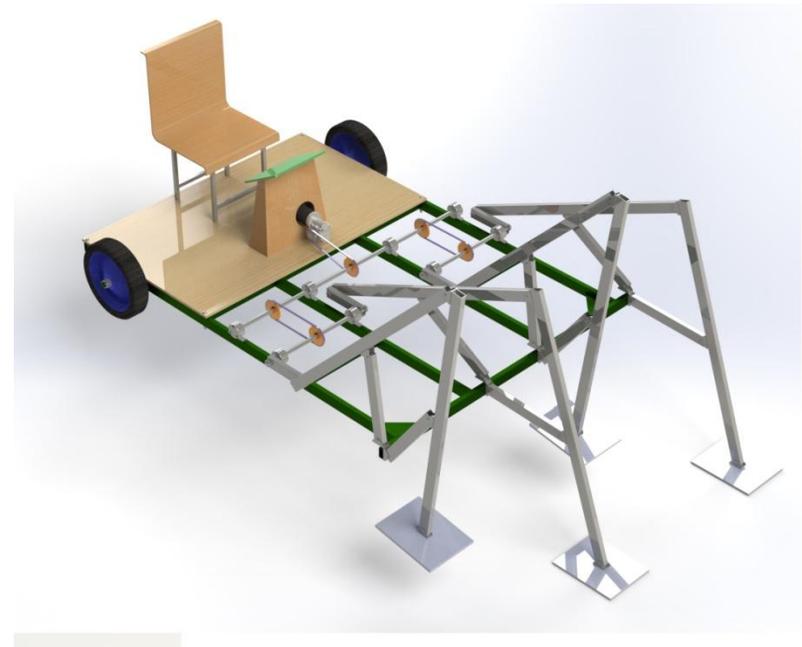
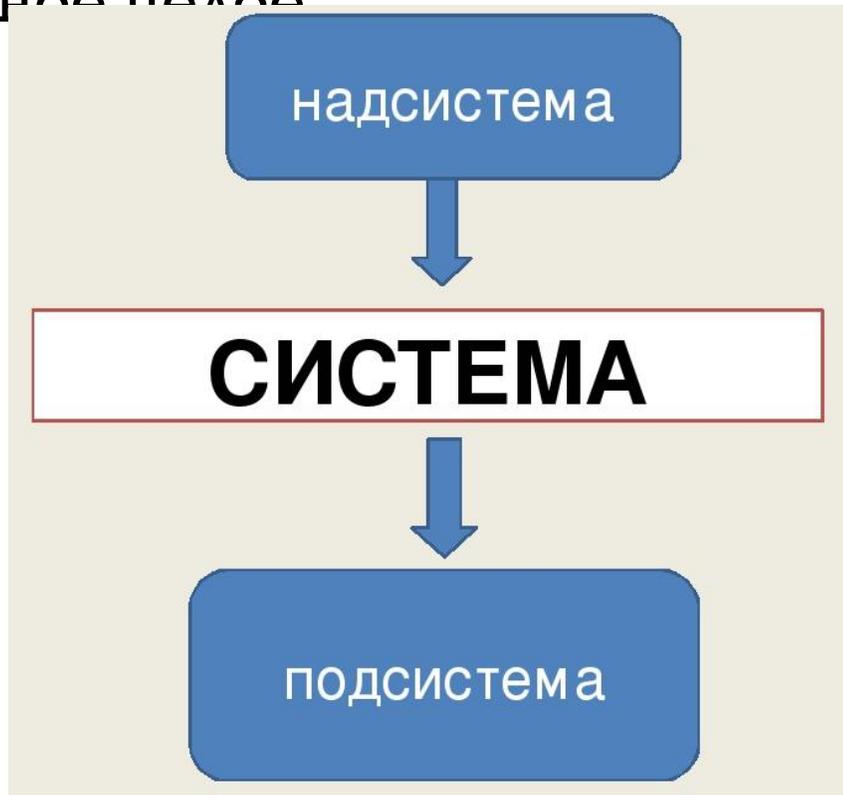
Конфуцианская концепция **ЧЖЭН МИН** 正名  
(«правильное использование имен»)

- **Цзы Лу (ученик):**  
«С чего надо начать?»
- **Учитель:**  
«Начать необходимо с упорядочения названий»
- **Цзы Лу:**  
«Зачем непременно нужно упорядочение?»
- **Учитель:**  
«Если названия не соответствуют сути, то и со словами неблагополучно. Если со словами неблагополучно, то и дела не будут ладиться»



# СИСТЕМА

- совокупность взаимосвязанных элементов, выделенных из окружающей среды и взаимодействующих с ней как единое целое

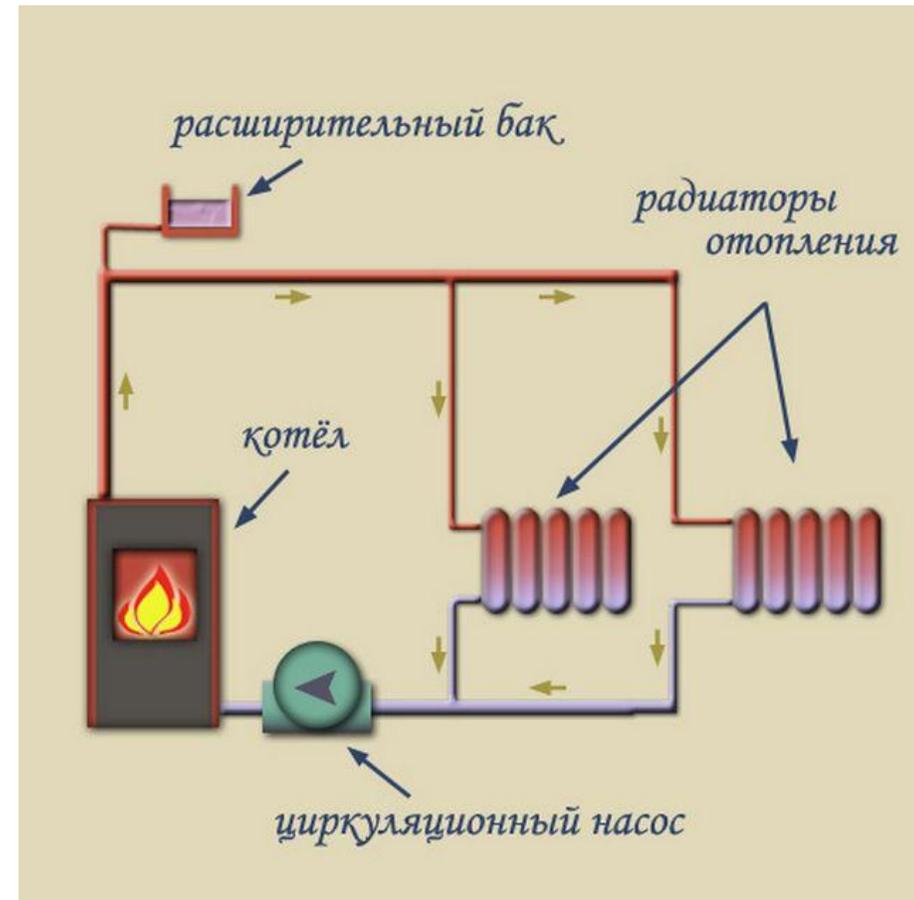
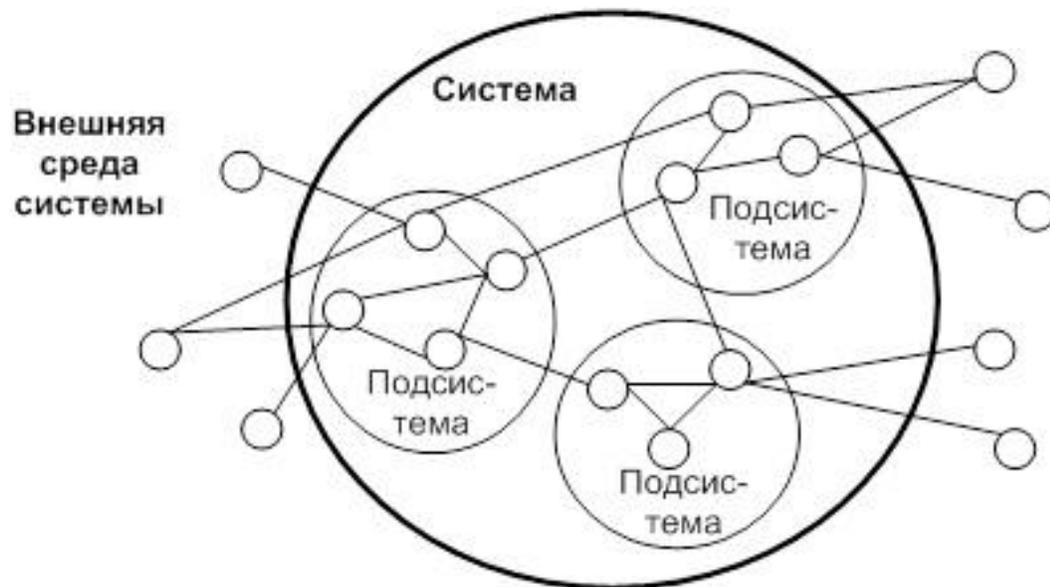


**Пример (Инженерный приговор 2017, школа №1, Бийск):**  
Модель четырехстопной шагающей машины – система для передвижения по пересечённой местности, состоящая из соединенных и кинематически связанных деталей, взаимодействующая как единое целое с окружающей средой (поверхностью грунта).



# ВАЖНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪЕКТА КАК СИСТЕМЫ

- Целостность и делимость
- Упорядоченность элементов внутри объекта
- Целенаправленность



Система отопления в квартире



# СИСТЕМНОСТЬ В СИМВОЛИКЕ ВОСТОЧНЫХ УЧЕНИЙ



- **Инь и Ян** – символ единого предела, в котором выражается одновременно слияние, взаимодействие, раздельность и взаимосвязь всего сущего
- Система взаимосвязи пяти элементов



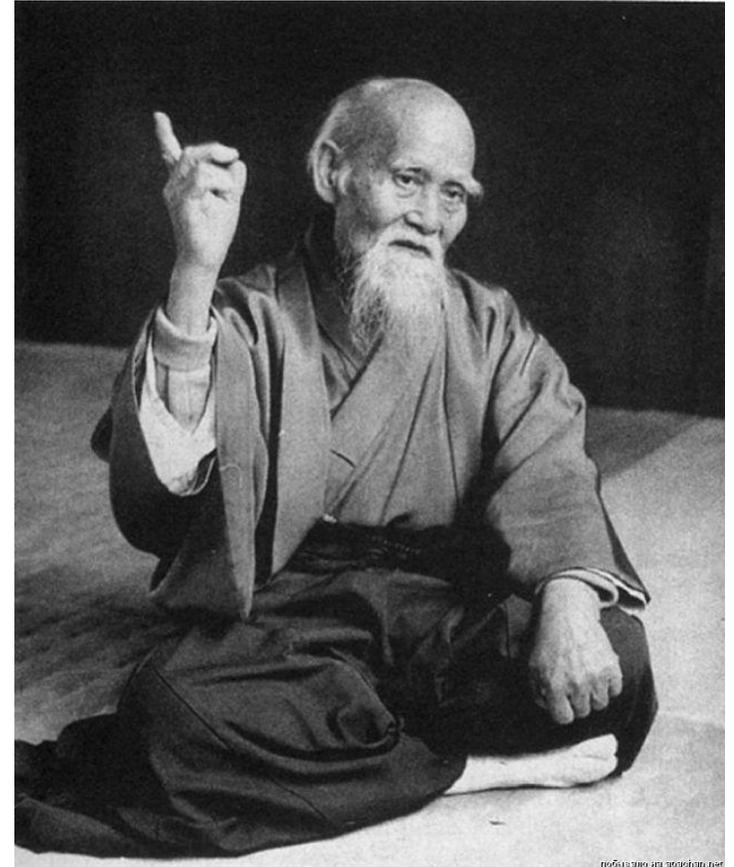
- **Колесо Сансары** - система перевоплощений в буддизме.



# ТЕОРИЯ ПЯТИ ЭЛЕМЕНТОВ (ДАОСИЗМ).

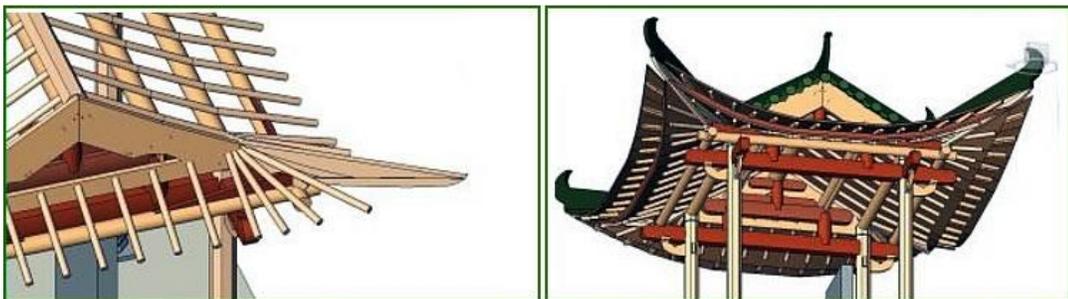
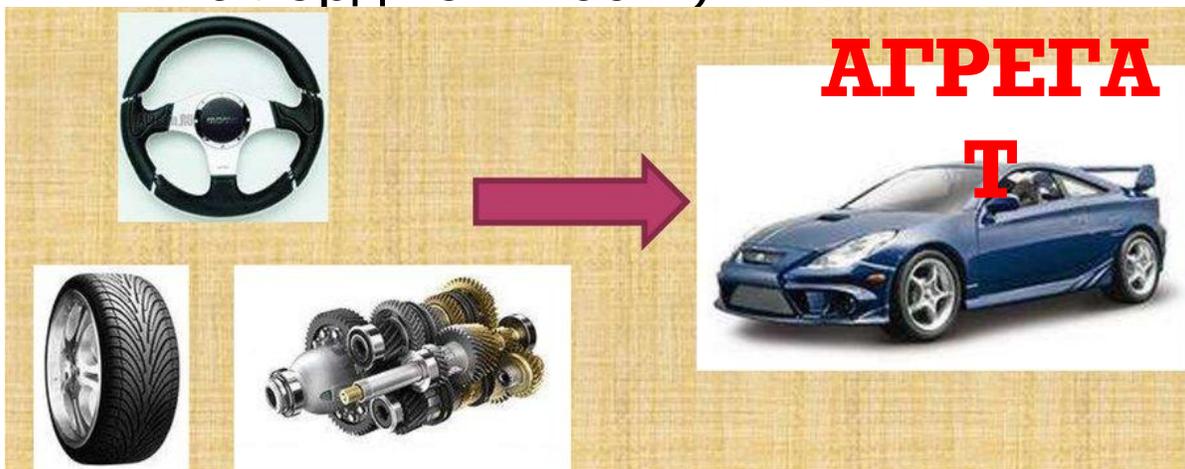
## КАКОЙ ИЗ ЭЛЕМЕНТОВ ЛИШНИЙ?

- Воздух
- Огонь
- Земля
- Вода
- Дерево



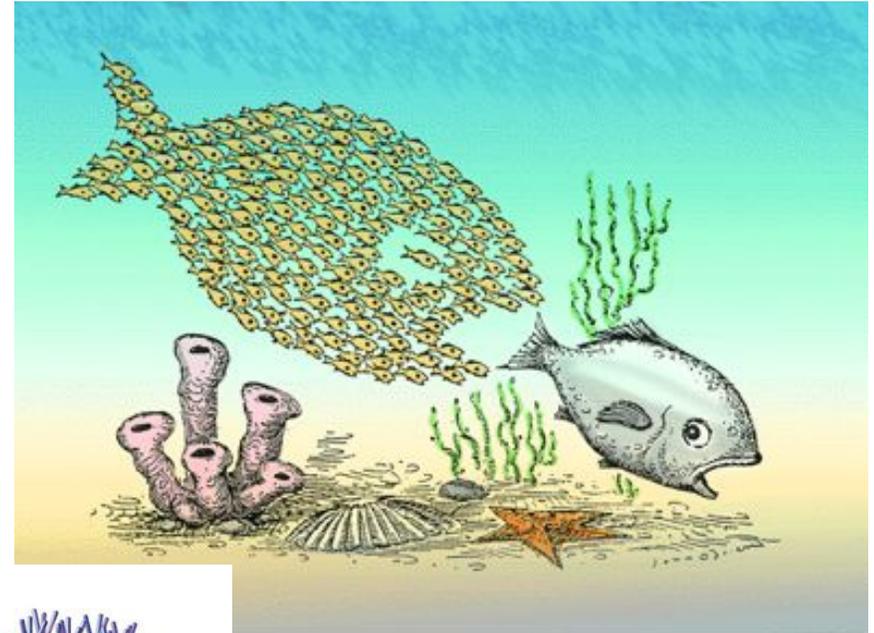
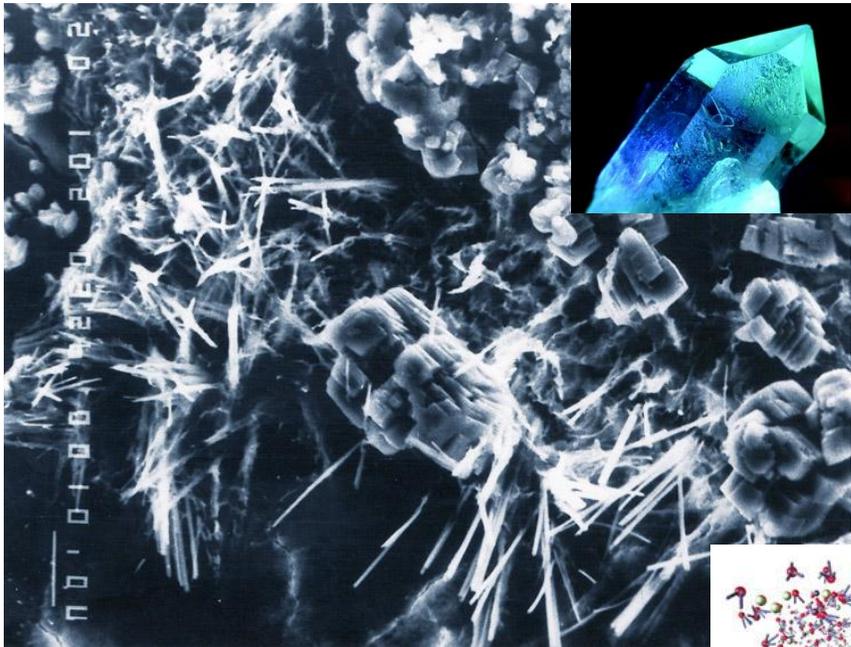
# СИСТЕМНЫЙ (СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ) ЭФФЕКТ

- возникновение у системы новых свойств, отсутствующих у каждого элемента в отдельности (целое больше суммы своих частей, эмерджентность)

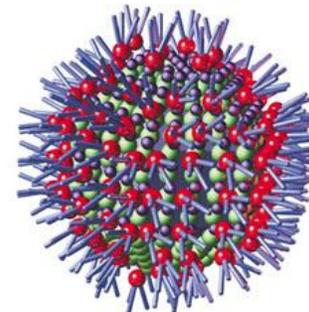
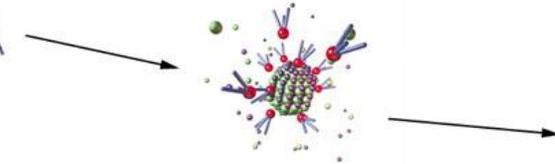


# САМООРГАНИЗАЦИЯ

- Высшая степень согласованности поведения элементов системы



Согласованное  
поведение  
насекомых



Самосборка в  
нанотехнологиях

Системные  
действия стаи рыб

Процесс  
кристаллизации  
[Видео 1. «Ястреб vs Стая  
скворцов»](#)

[Видео 2. «1180 дронов](#)



# УМНЫЕ (САМООРГАНИЗОВАННЫЕ) МАШИНЫ



- В будущем машины будут самостоятельно принимать решения исходя из собственных возможностей и во взаимодействии с элементами окружающей средой



# «УЧИСЬ У НИХ - У ДУБА, У БЕРЕЗЫ» (А.ФЕТ)

- Один из основных принципов даосизма: Человек, наблюдая за природой, впитывает в себя природную мудрость, которую использует в своей практике.



# КИТАЙСКАЯ ДЖОНКА

- Парус напоминающий крылья летучей мыши, дракона



# ПРАКТИКА ВОЗДУХОПЛАВАНИЯ В ДРЕВНЕМ КИТАЕ

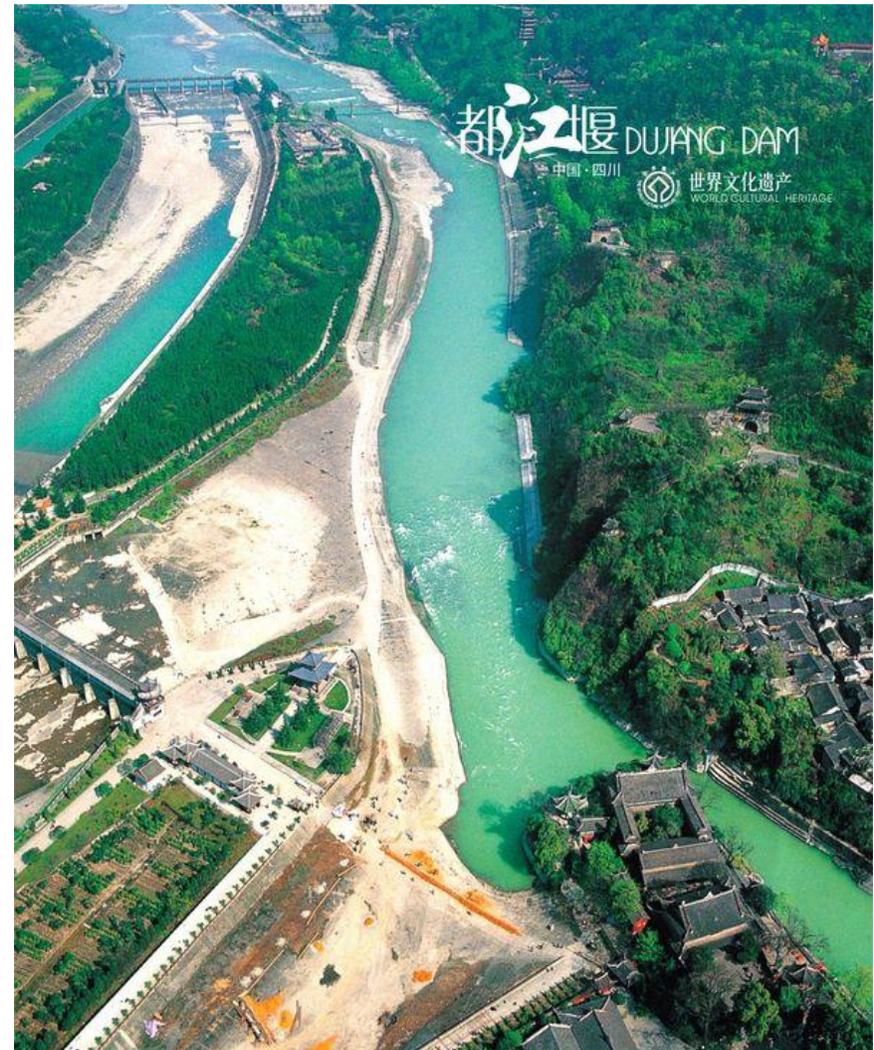
- Воздушные змеи и современный дельтаплан



# ИСКУССТВЕННАЯ ИРРИГАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДУЦЗЯНТЬЯНЬ

- На р. Миньцзян с 3 в. до н.э. в гармонии с природой.
- Образована тремя сооружениями:
- **Юйцзуй** (пасть рыбы) – водораздельная дамба.
- **Фэйшаянь** (летучие пески) – противопаводковый канал,
- **Бао Пинкоу** (горлышко волшебной бутылки) – водоотводное сооружение.

[Видео 3. Плотина](#)



# ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СИСТЕМ. 1) «ЧЁРНЫЙ ЯЩИК»

- внутренне содержание объекта неизвестно или не важно;
- во внимание берется только функция или поведение объекта

## ВЫБОР ПРИВОДНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

В приводах малой мощности (до 5 кВт) можно применять общепромышленные асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором единой серии 4А или АИР



# 2) МОДЕЛЬ СОСТАВА

- известно из каких элементов состоит объект
- Пример:
- **спецификация** – один из основных конструкторских документов, определяющий состав сборной конструкции, т.е. какие сборочные единицы, детали, стандартные изделия и материалы входят в изделие

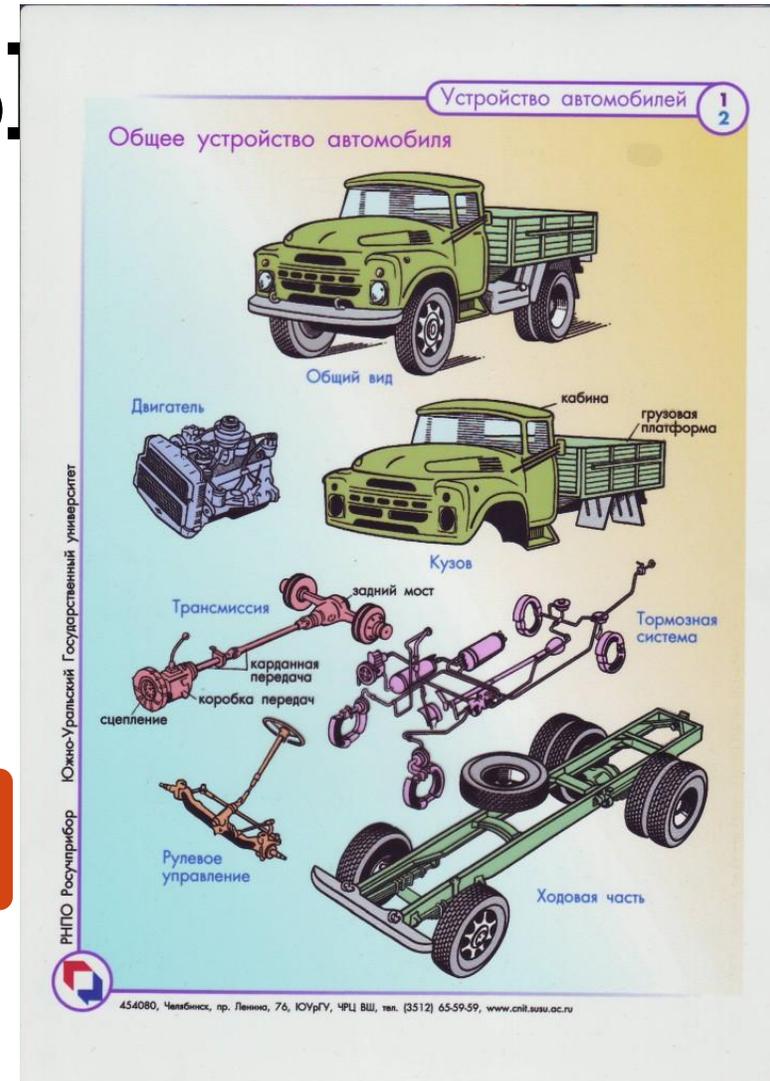
**СПЕЦИФИКАЦИЯ**  
ГОСТ 2.106-96

Код	Кол	Обозначение	Наименование	Примечание			
			Документация				
A1		АВИГ 01 18 00.000 СБ	Сборочный чертеж				
			Сборочные единицы				
A2	1	АВИГ 01 18 10.000	Кронштейн				
			Детали				
A3	2	АВИГ 01 18 00.001	Корпус	1			
A3	3	АВИГ 01 18 00.002	Клапан	1			
A4	4	АВИГ 01 18 00.003	Стакан	1			
A4	5	АВИГ 01 18 00.004	Гайка	1			
A4	6	АВИГ 01 18 00.005	Штуцер	1			
A4	7	АВИГ 01 18 00.006	Штак	1			
A4	8	АВИГ 01 18 00.007	Пружина	1			
A3	9	АВИГ 01 18 00.008	Седло	1			
A4	10	АВИГ 01 18 00.009	Втулка	1			
A4	11	АВИГ 01 18 00.010	Игла	1			
A3	12	АВИГ 01 18 00.011	Седло	1			
A4	13	АВИГ 01 18 00.012	Прокладка	1			
			Стандартные изделия				
	14		Болт М12х55 ГОСТ 7798-70	2			
АВИГ 01 18 00.000							
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	Лист	Лист	Лист
Разраб		Нестеров В.А.			1	1	3
Проб		Катков А.А.			Регулятор давления ОМГТУ, В-115		
Начерт							
Свод							
АВИГ 01 18 00.000					Лист 2		
АВИГ 01 18 00.000					Лист 3		



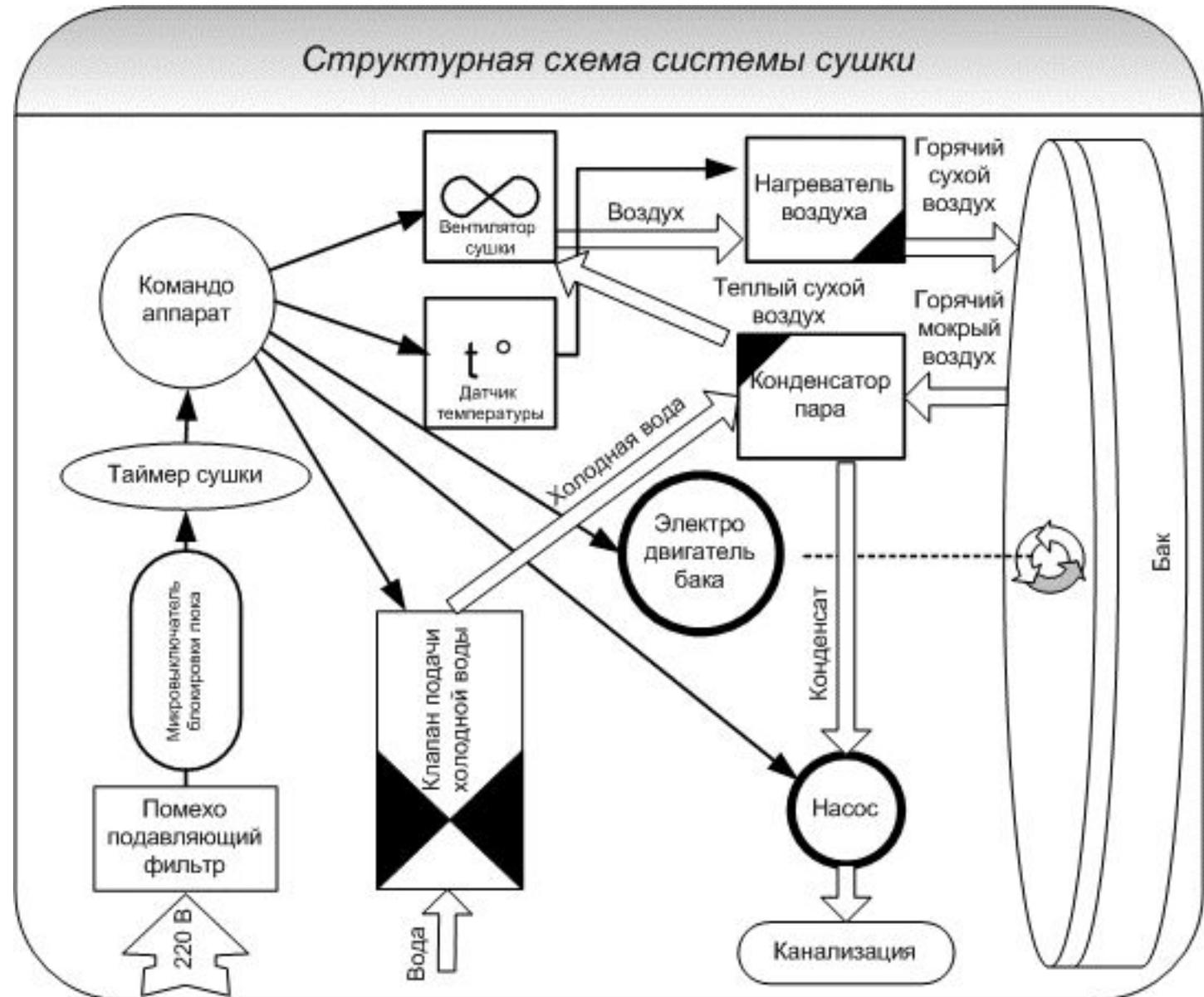
# 3) МОДЕЛЬ СТРУКТУРЫ

- ИЗВЕСТНЫ СОСТАВ И ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ЭЛЕМЕНТАМИ СИСТЕМНОГО ОБЪЕКТА



## 4) СТРУКТУРНАЯ СХЕМА

- известны состав, характер взаимосвязей между деталями объекта, выявлены связи объекта с внешней средой



# ОСНОВНЫЕ ПРОЕКТНЫЕ ОПЕРАЦИИ, ПРИСУЩИЕ СИСТЕМНОМУ ПОДХОДУ

## 1) ДИВЕРГЕНЦИЯ

**Конвергенция** - сокращения поля возможных вариантов проекта до единственного

- Расширение границ проектной ситуации,
- Поиск множества вариантов решения одной и той же проблемы,
- Поиск способов применения для известных или неизвестных предметов



«Мартышка и очки» - Творческий поиск или неудачная попытка изобрести велосипед?



Нефритовый диск – артефакт, найденный в древнем погребении на территории Китая  
Для чего были нужны подобные диски?



## 2) ДЕДУКЦИЯ

- процесс логического вывода на основе перехода от общего к частному
- Пример дедуктивного рассуждения:
  - 1) известно, что для приготовления пищи нужна высокая температура,
  - 2) кипящая вода выделяет горячий пар,
  - 3) следовательно пищу можно готовить на водяном пару.



Современная китайская бамбуковая пароварка



# 3) ИНДУКЦИЯ

- процесс обобщения фактов, процесс логического вывода на основе перехода от частного положения к общему.



Хлопок



Лён



Шёлк?



# НА ОСНОВЕ КАКОГО ВОЛОКНА ПОЛУЧЕН КИТАЙСКИЙ ШЁЛК?

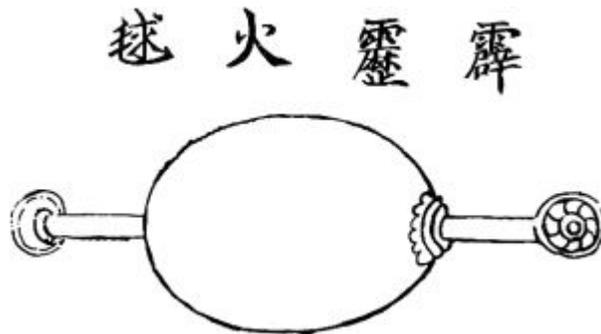
- Стеблей бамбука
- Листьев тутового дерева
- Оболочки кокона гусеницы
- Шерсти панды
- Перя азиатского ибиса



# 4) СИНТЕЗ И АНАЛИЗ

## Синтез

- Структурный
- Параметрический



## Анализ

- Следствий из принятого решения
- Чувствительности системы к изменениям управляющих параметров
- Влияния внешней среды



Три компонента китайского пороха – сера, уголь и селитра



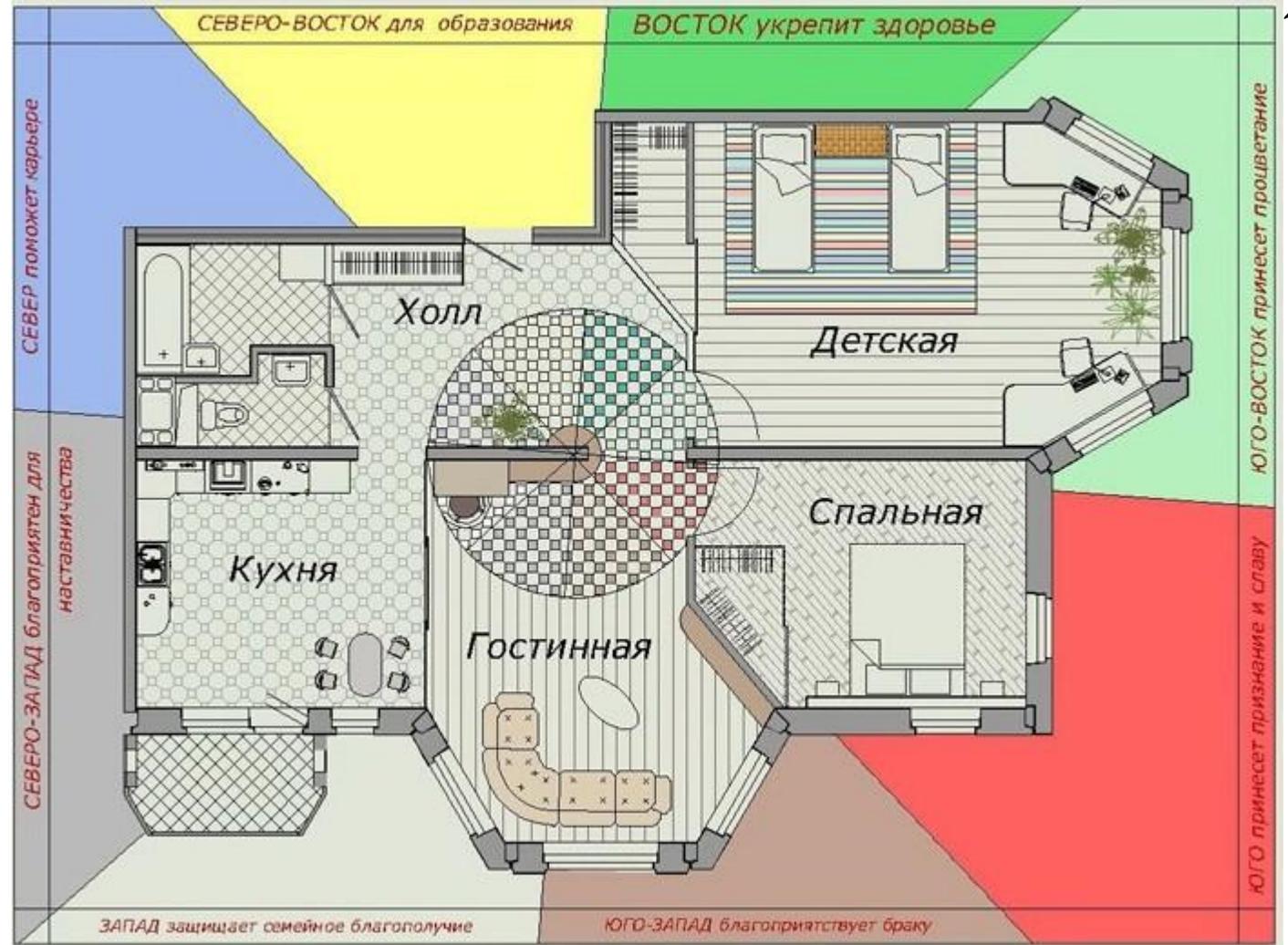
# 5) МОДЕЛИРОВАНИЕ

風水

- Процесс создания моделей
- Проведение экспериментов над моделью взамен реального объекта
- Модели бывают:
  - Материальные и идеальные
  - Интуитивные и



Деревянная модель китайского чайного домика



Планировка жилплощади по фэншуй – пространственная модель



# 6) АБСТРАГИРОВАНИЕ

- отвлечение от свойств объекта, несущественных для разработки модели, проекта



*Китайские иероглифы: изображение буйвола из конкретного постепенно превращается в абстрактный символ*

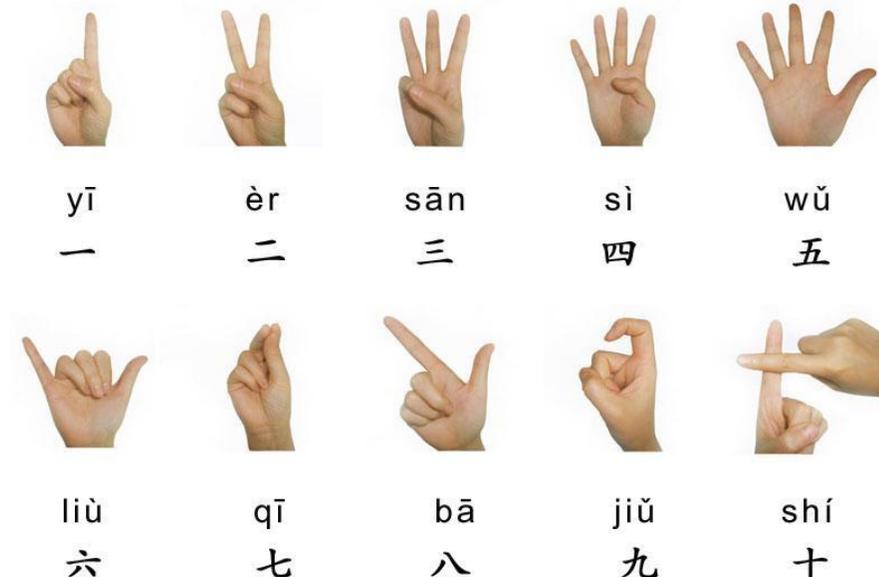


## Видео 4. Иероглифы

Иероглиф состоит из трёх частей:

艹 艸 – трава  
人 – человек  
木 – дерево

Иероглиф «чай» (chá)



# ИЕРОГЛИФ 美 (МЭЙ — МЭЙ)

СОСТОИТ ИЗ ДВУХ ЧАСТЕЙ:

羊 (YÁNG — ЯН) — **ОВЦА ИЛИ КОЗА**, И  
大 (DÀ — ДА) — **БОЛЬШОЙ**, ИМЕЮЩИЙ  
ОСНОВУ 人 (RÉN — ЖЭНЬ) — **ЧЕЛОВЕК.**

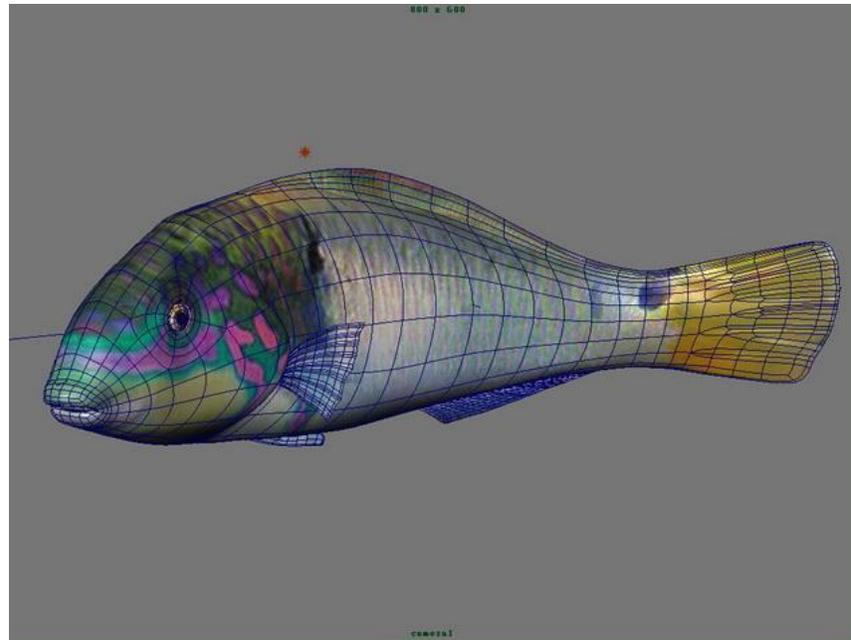
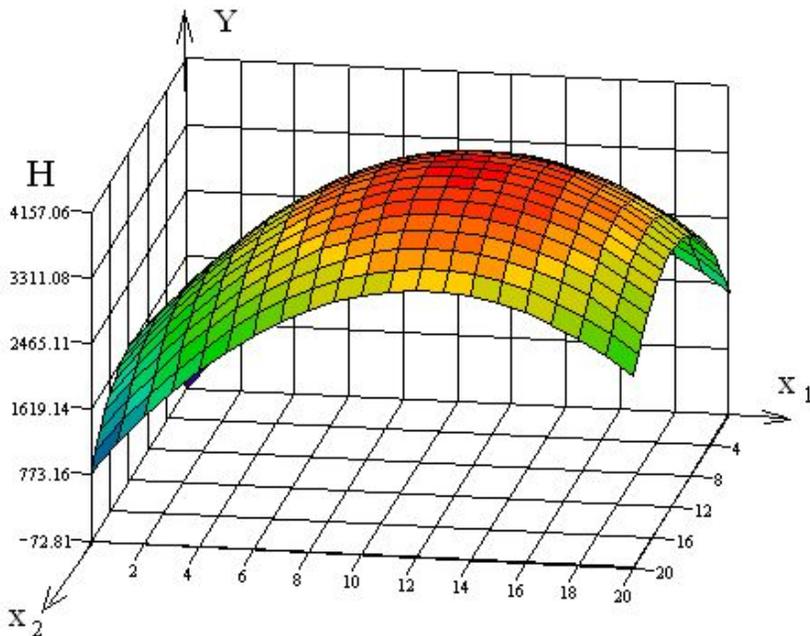
ЧТО ОН ОЗНАЧАЕТ?

- Величие, великий
- Красота, красивый
- Вредный, вредность
- Очень неумный правитель

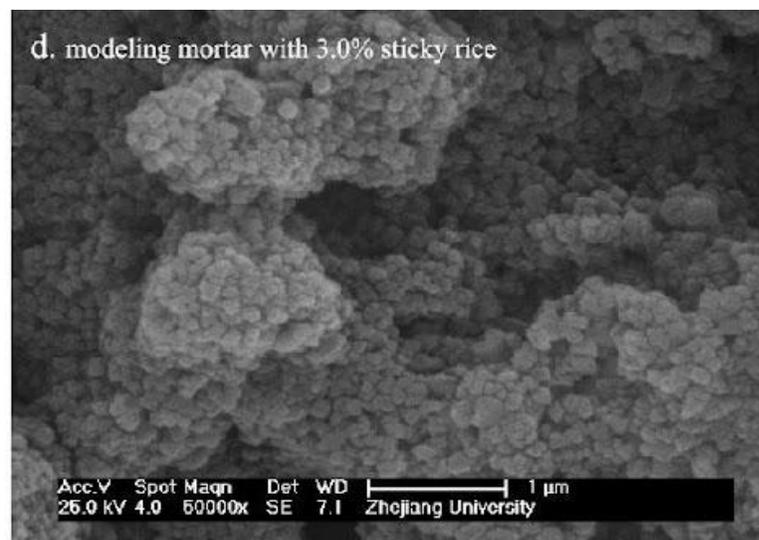
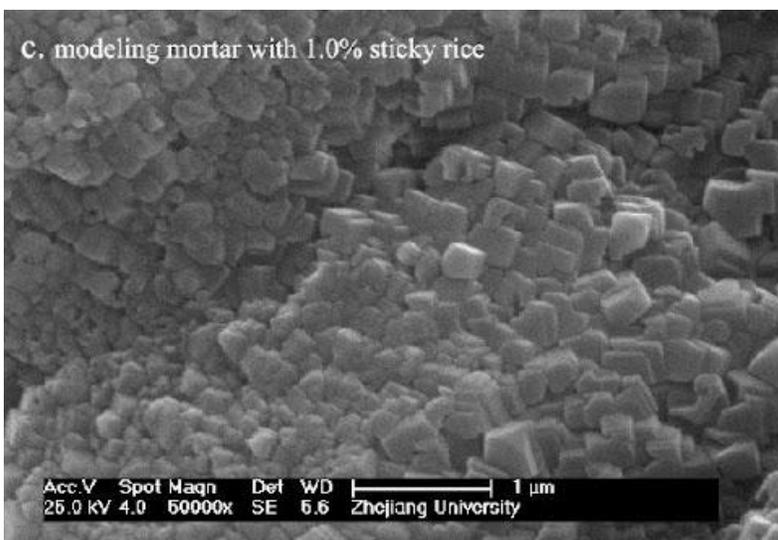


# 7) ОПТИМИЗАЦИЯ

- Оптимизация – процесс поиска наилучшего решения с точки зрения принятого критерия
- Критерий оптимальности – некоторая целевая функция, которой нужно доставить максимум или минимум, например, следующими способами:
  - выбрать оптимальные параметров системы (размеры, форма, свойства)
  - разработать оптимальную структуру системы (состав, связи между элементами)



# ВЕЛИКАЯ КИТАЙСКАЯ СТЕНА

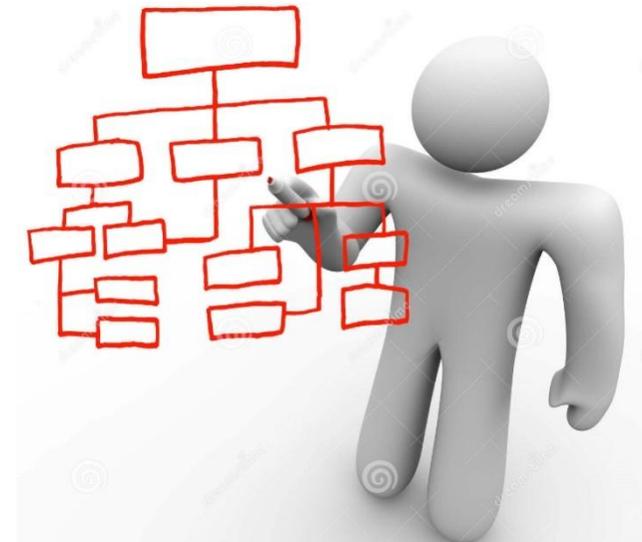


Снимки фрагментов раствора с содержанием рисового бульона 1-5%. Чем больше бульона содержит раствор, тем тоньше его микроструктура и тем эффективнее и устойчивее он скрепляет блоки//Fuwei Yang et al.



# ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИСТЕМНОГО РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ

1. Формулируем проблему и проводим первичный поиск и анализ информации
2. Формируем общую цель, которую мы должны достигнуть и устанавливаем критерий по которому можно судить, что цель достигнута
3. Производим синтез структуры и описываем связи между элементами системы



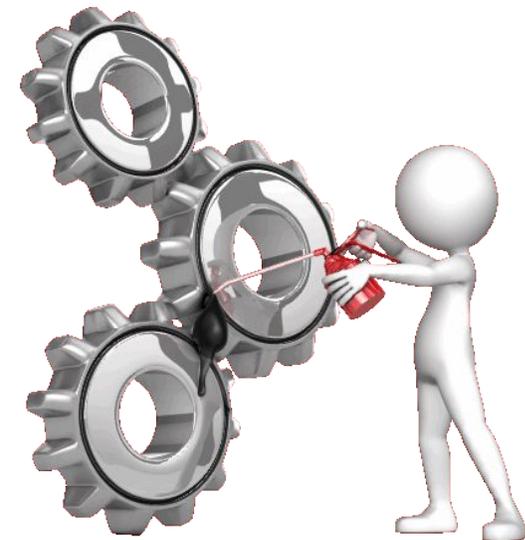
# ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИСТЕМНОГО РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ

4. Описываем атрибуты  
(параметры, существенные  
свойства) объекта
5. Анализируем функции  
объекта, зависимости  
между параметрами и  
влияние внешней среды



# ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИСТЕМНОГО РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ

6. Производим синтез вариантов решения, анализируем эти варианты выбираем лучший
7. Создаём модель объекта (этап реализации принятого решения)



# ВЫВОДЫ

1. Системный подход – одна из основ инженерной деятельности.
2. Системностью обладают и традиционные китайские учения, и проекты древних китайских инженеров.
3. Системный подход предполагает применение типичных приёмов и операций на которые стоит обратить внимание, приступая к решению очередной сложной задачи.



# ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

- **Материалы сайта Синология.Ру. - <http://www.synologia.ru/>**
- **Чарлз Патрик Фицджералд. История Китая. Глава «Дух изобретательства»**
- **Джеймс Эдвард Гордон. Конструкции, или почему не ломаются вещи.  
Глава «Китайская инженерия, или лучше прогнуться, чем лопнуть»**
- **Yotube-канал. Shi Laoshi -  
<https://www.youtube.com/channel/UCBPSuI2cqRYqgSnPvV-Wf-Q>**
- **Yotube-канал. TV BRICS. Что Вы знаете о Китае?  
<https://www.youtube.com/watch?v=hm7L1mZRjdU&list=PLWms9WqsjsLRuxxlIPcTGuJL55alZ4SnO>**

