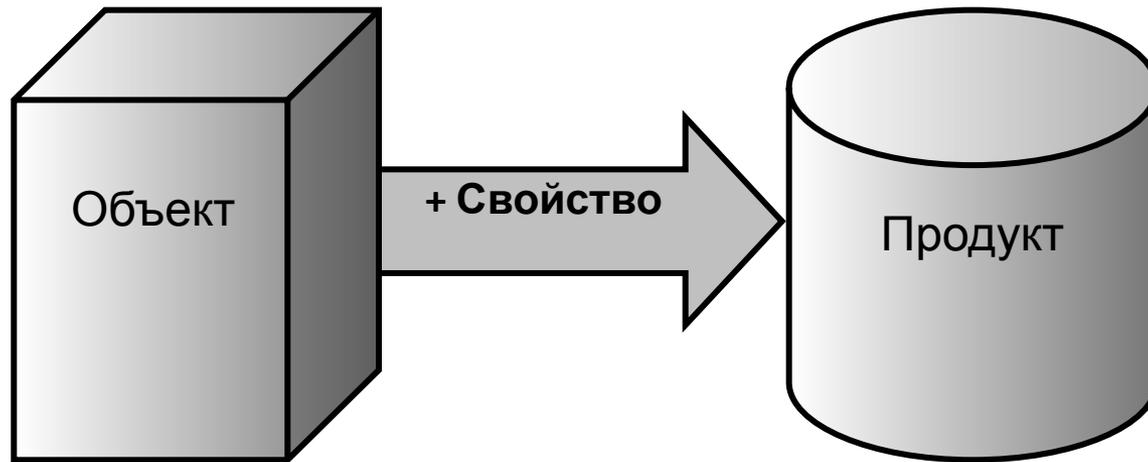


# Моделирование технических систем (ТС)

# Определени Я

**Объект** - некий, оказавшийся в фокусе нашего внимания элемент материального мира.

**Продукт** - объект с определенным свойством.

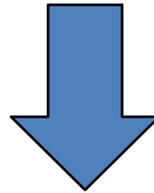


<ОБЪЕКТ>+{СВОЙСТВО}=<ПРОДУКТ>

## Свойство. Дополнительные замечания

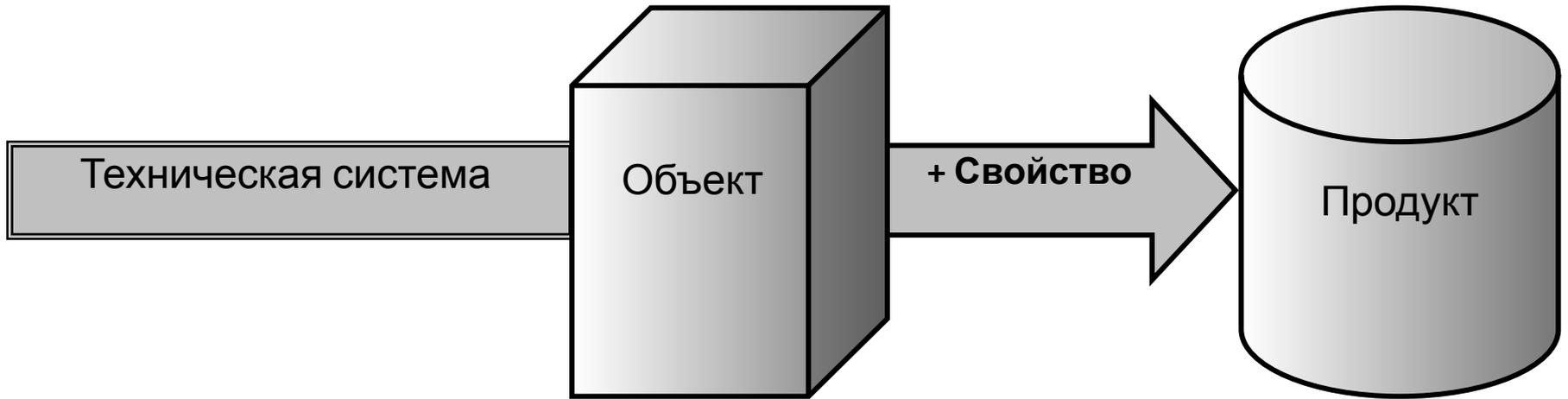
Примеры неудачного указания продукта: просверленная деталь, вбитый гвоздь, сжатый воздух.

Примеры более четкого определения продукта: деталь с отверстием (с пустотой), стена с гвоздем, воздух с такой-то плотностью.



$\langle \text{ОБЪЕКТ} \rangle_1 + \langle \text{ОБЪЕКТ} \rangle_2 = \langle \text{ПРОДУКТ} \rangle$

**Техническая система** - совокупность элементов, обеспечивающих появление продукта.



**Функция технической системы** заключается в придании объекту желаемого свойства.

# Определения

Техническая система (ТС) – созданное человеком (автоматом) устройство, предназначенное для удовлетворения определенной потребности.

Любая ТС является носителем какой либо главной полезной функции (ГПФ).

Реальным носителем ГПФ является инструмент (рабочий орган (РО)). Для его функционирования к нему подстраиваются другие элементы, образующие ТС (двигатель, трансмиссия, источник энергии, орган управления).

Каждая ТС кроме ГПФ, ради которой она существует, может выполнять дополнительные функции. Среди дополнительных функций выделяют вспомогательные функции (ВФ), облегчающие выполнение ГПФ, и сопутствующие функции (СФ), которые ТС может выполнять кроме основной. Таким образом функциональность ТС можно представить:

$$\text{Функциональность ТС} = \text{ГПФ} + \text{ВФ} + \text{СФ}$$

# Определения

Структура ТС – неизменная в период функционирования совокупность элементов и связей между ними, которые определяются физическим принципом действия, выбранным для осуществления ГПФ.

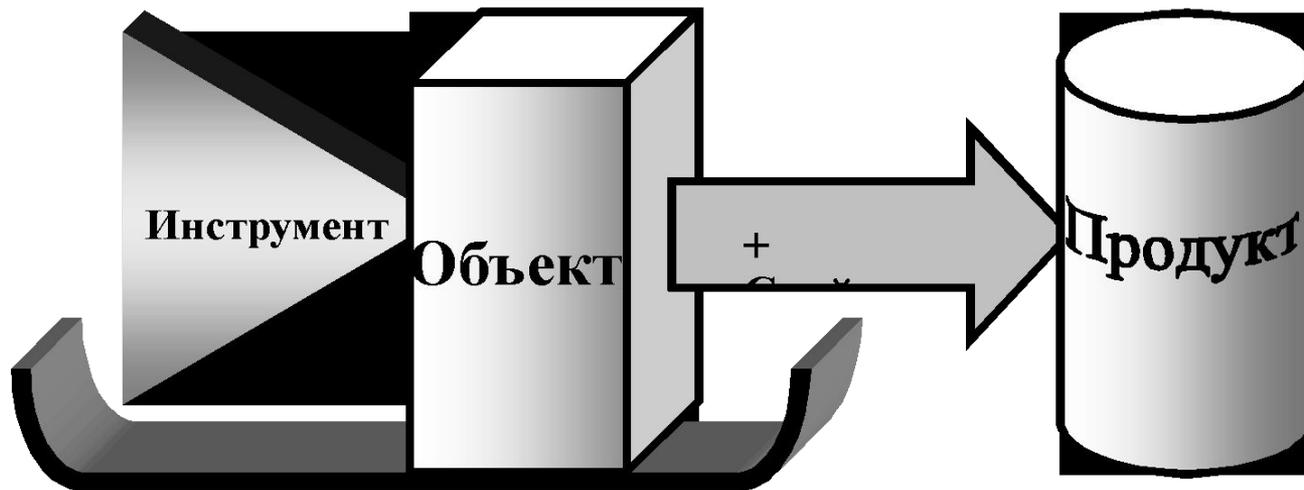
Элемент структуры – относительно минимальная единица структуры, способная к выполнению элементарной функции и остающаяся неизменной во время функционирования.

Основные типы структур ТС:

1. Корпускулярная. Состоит из слабосвязанных элементов. Примеры: газ, рыболовная артель.
2. Плотная упаковка. Состоит из однотипных жестко связанных элементов. Пример: кирпичная стена, пчелиные соты.
3. Цепная. Состоит из одинаковых шарнирно связанных элементов. Пример: поезд.
4. Сетевая. Состоит из разнотипных элементов, связанных между собой или непосредственно, или транзитом через другие элементы, или через центральный узловой элемент. Пример: телефонная сеть, система теплоснабжения.
5. Многосвязная. Элементы системы связаны множественными связями друг с другом. Пример: Интернет.
6. Иерархическая. Состоит из разнородных элементов, каждый из которых входит в структуру более высокого уровня иерархии и имеет горизонтальные и вертикальные связи. Пример: автомобиль, структура управления

# Части технической системы

**Инструмент (рабочий орган) - часть технической системы, непосредственно действующая на объект.**

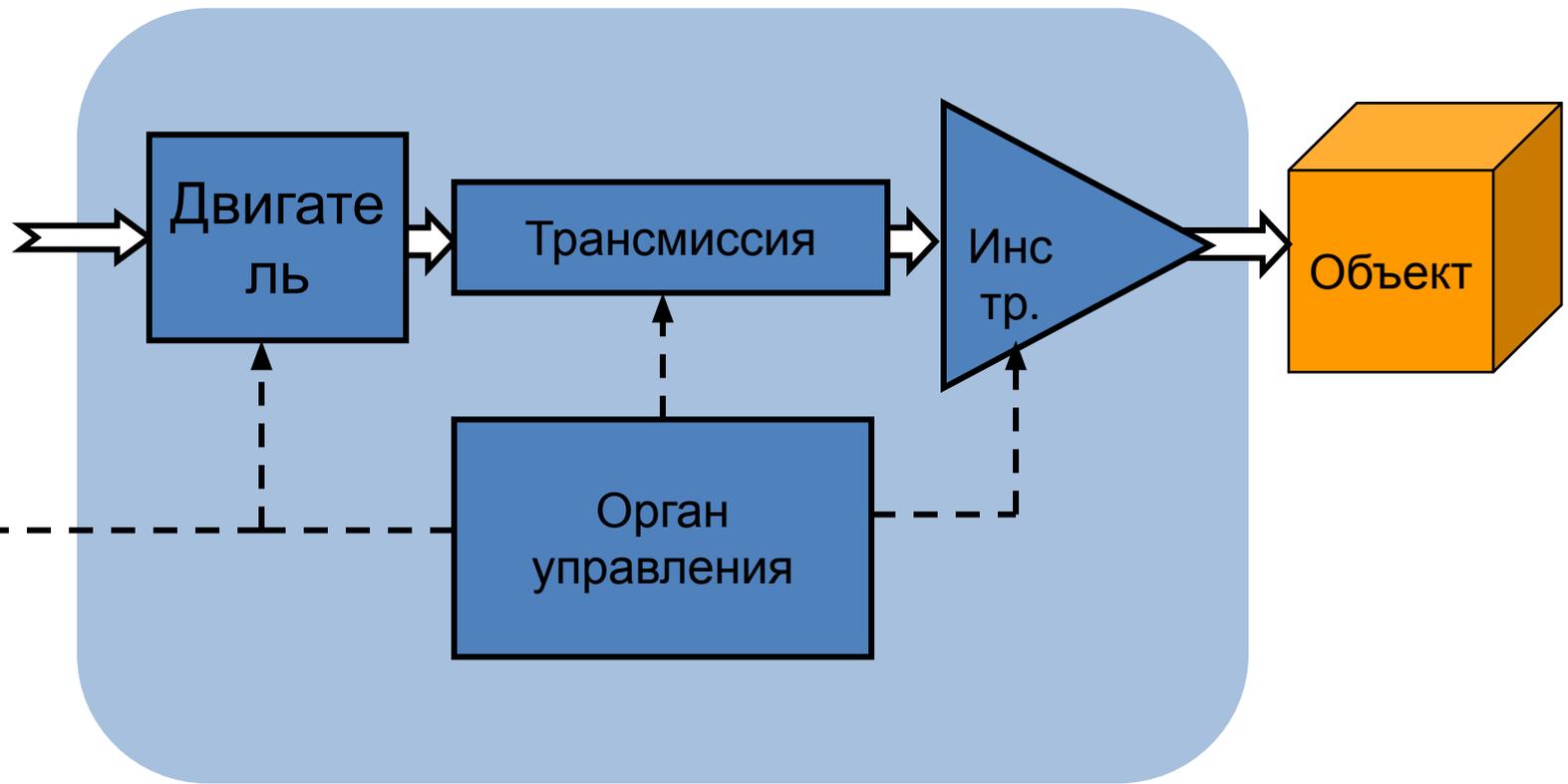


**Подсистема**

*Примеры: Срезаем ножом ветку; книга лежит на столе; печь отапливает комнату и согревает людей.*

*Выделите инструмент?!*

О  
ч  
н  
и  
к  
э  
н  
е  
р  
г  
и  
и



**Источник энергии - то, откуда система черпает энергию для производства работы.**

**Двигатель - то, где происходит конечное преобразование энергии в вид, используемый инструментом.**

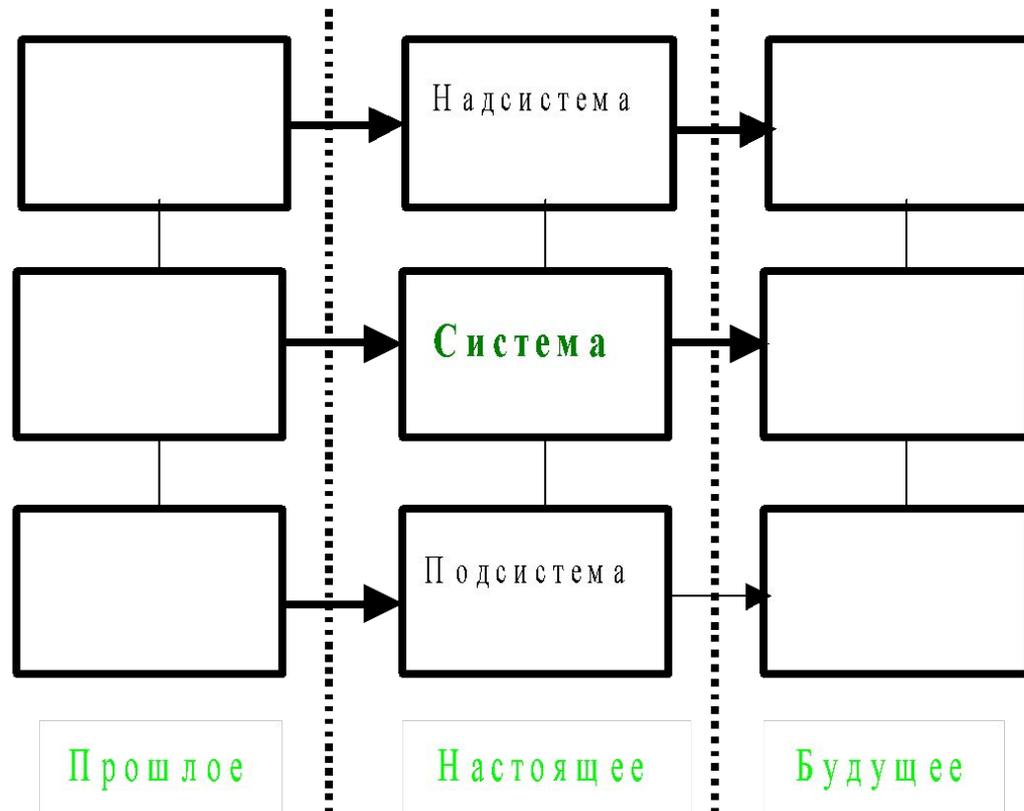
**Трансмиссия - то, что передает энергию от двигателя к инструменту.**

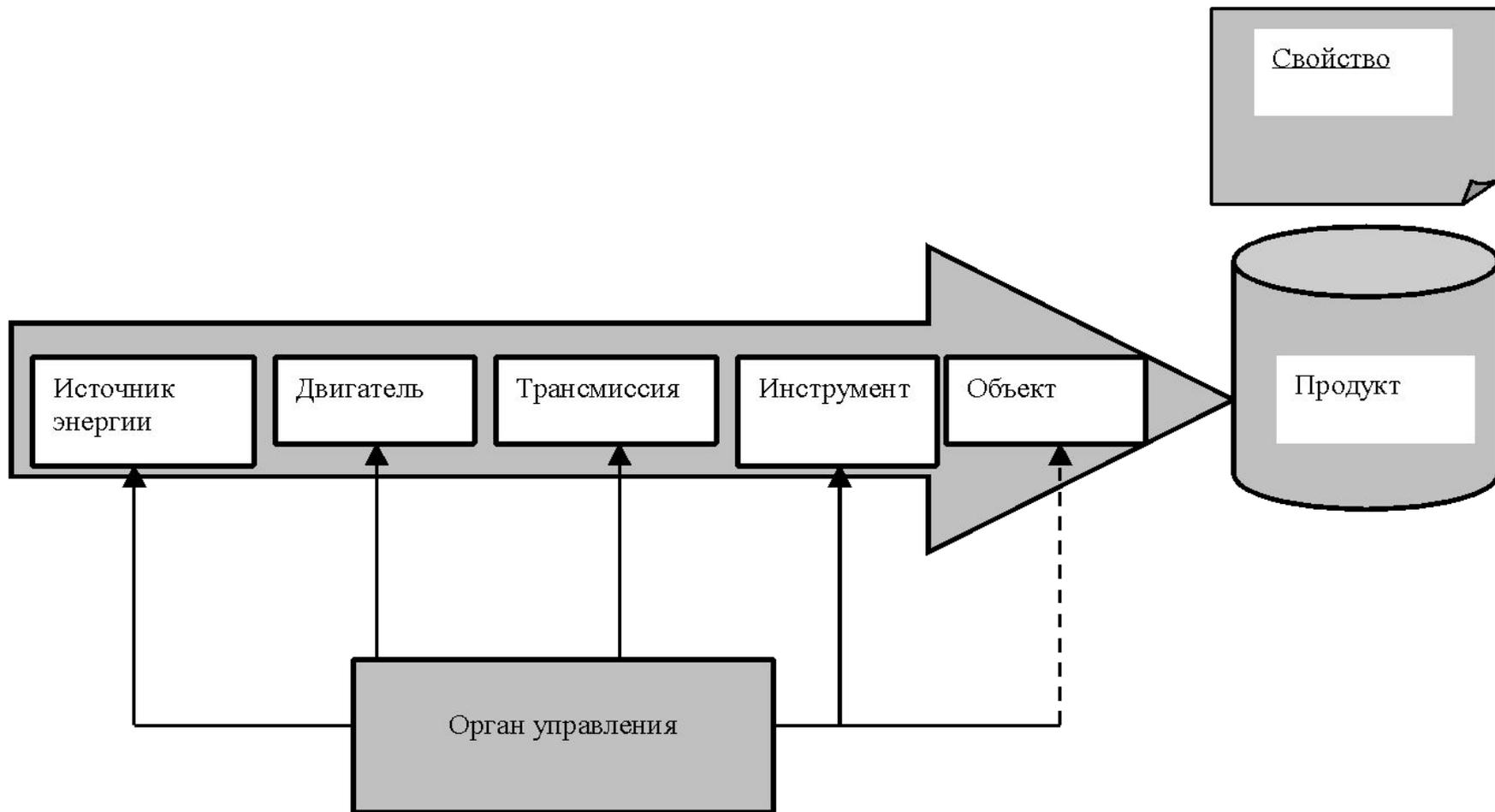
**Система управления - то, что обеспечивает совместную работу частей технической системы для появления продукта.**

## Подсистема и надсистема

Систему, использующую продукт данной технической системы, называют **надсистемой**.

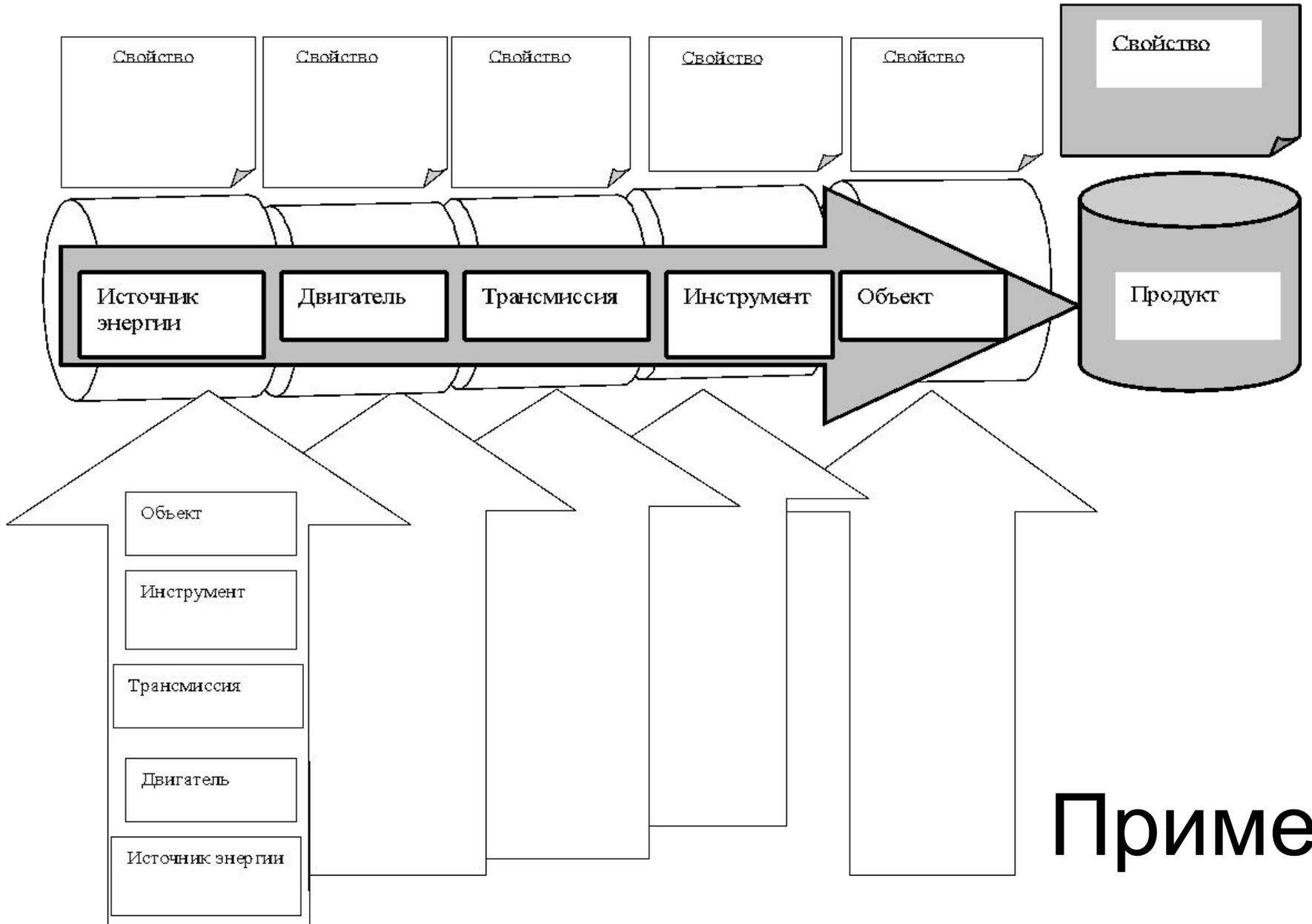
**Подсистема** - такая система, продукт которой используется данной технической системой.





**Моделировать некоторый процесс по ТРИЗ - значит определить, что есть продукт, что есть объект, что является обрабатывающим объект инструментом и что обеспечивает взаимодействие объекта и инструмента. В случае совершения технической системой работы, необходимо выделить также источник энергии, двигатель, трансмиссию и систему управления.**

Каждая часть технической системы может быть рассмотрена как продукт некоторой (вспомогательной) системы.



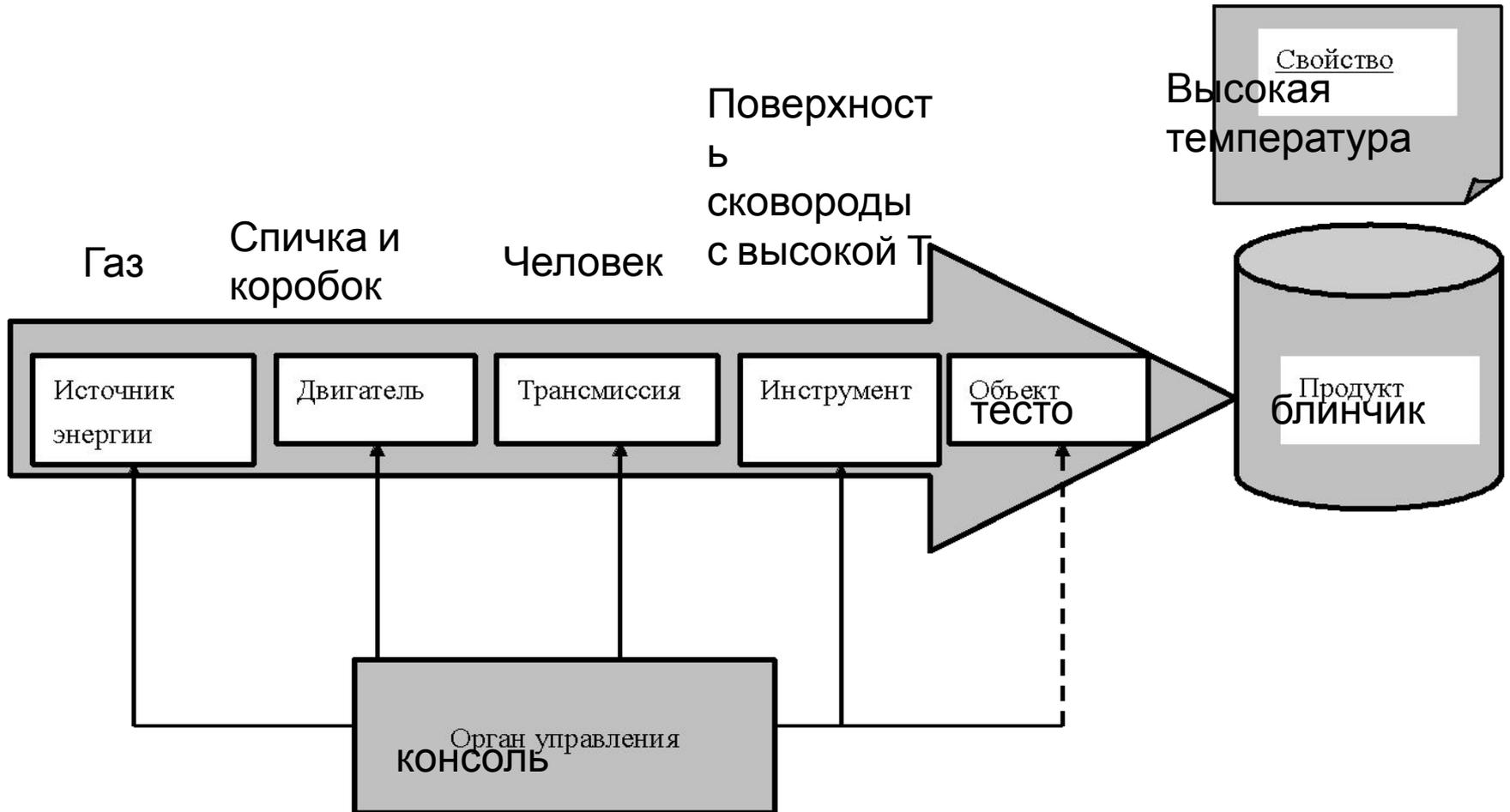
# Моделирование

Моделировать некоторый процесс по ТРИЗ - значит определить, что есть продукт, что есть объект, что является обрабатывающим объект инструментом и что обеспечивает взаимодействие объекта и инструмента. В случае совершения технической системой работы, необходимо выделить также источник энергии, двигатель, трансмиссию и систему управления.



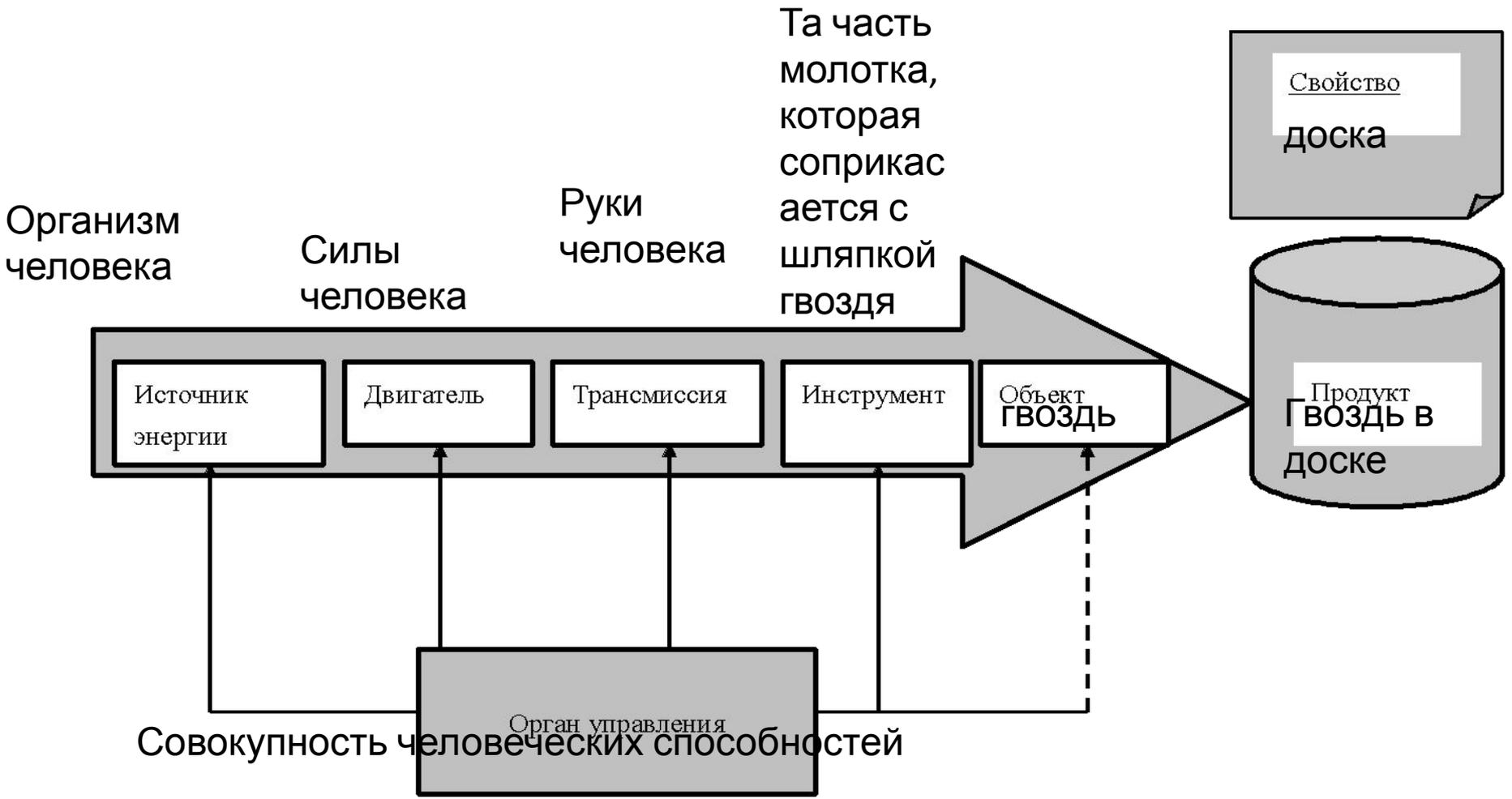
# Моделирование

## 1-ая задача с тестом



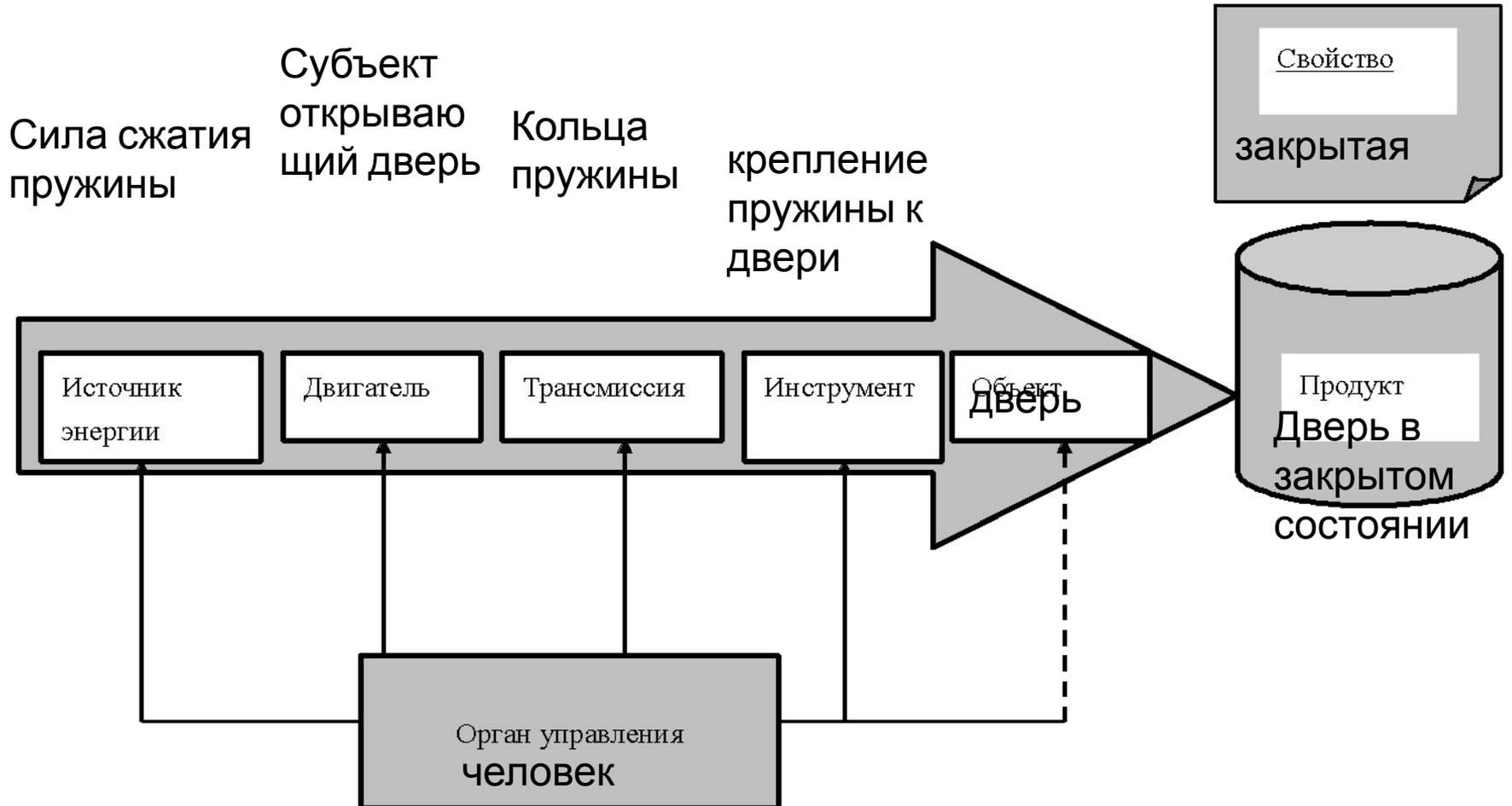
# Моделирование

## 2-ая задача с гвоздиком



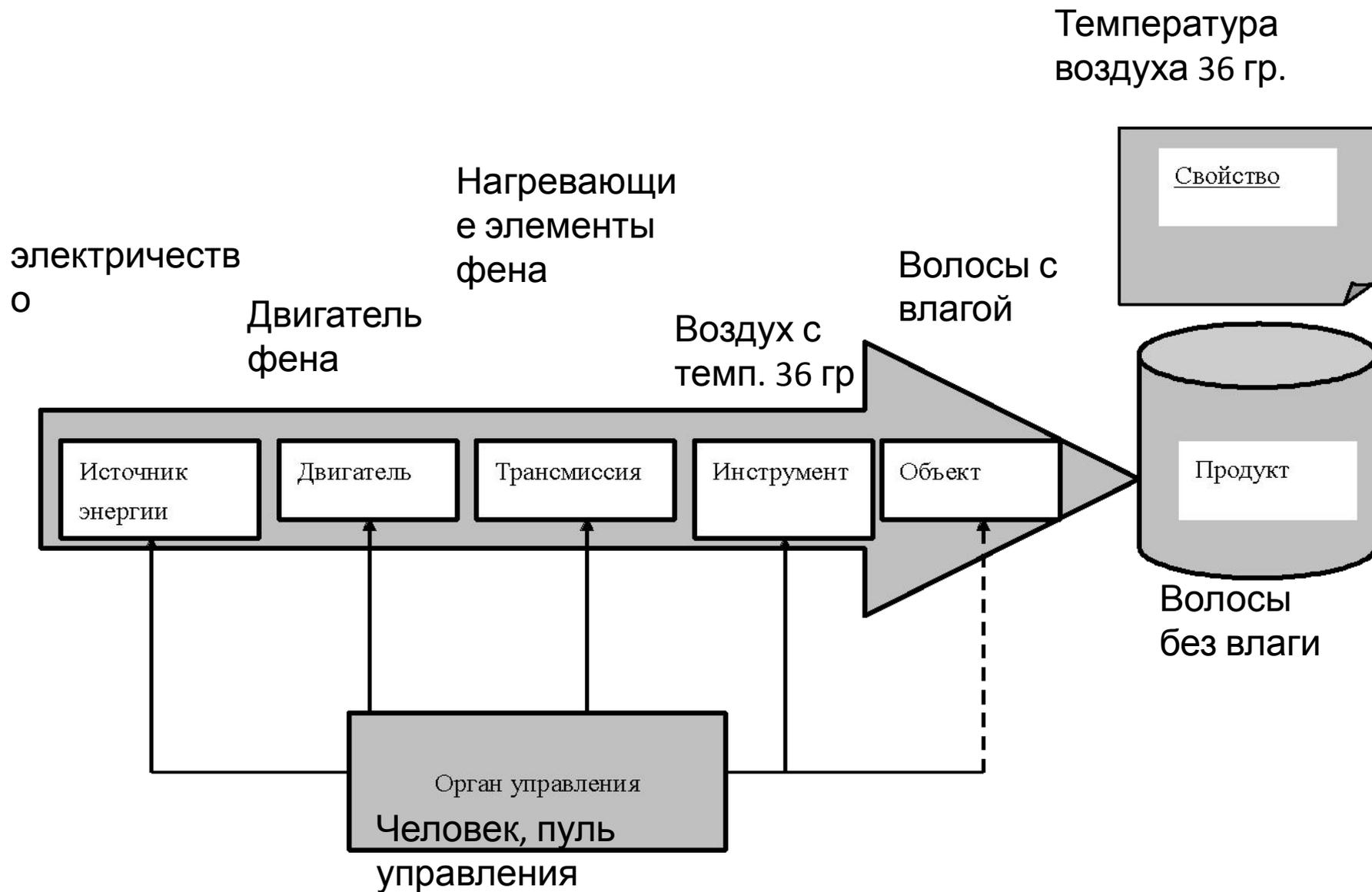
# Моделирование

## 3-ая задача с дверью



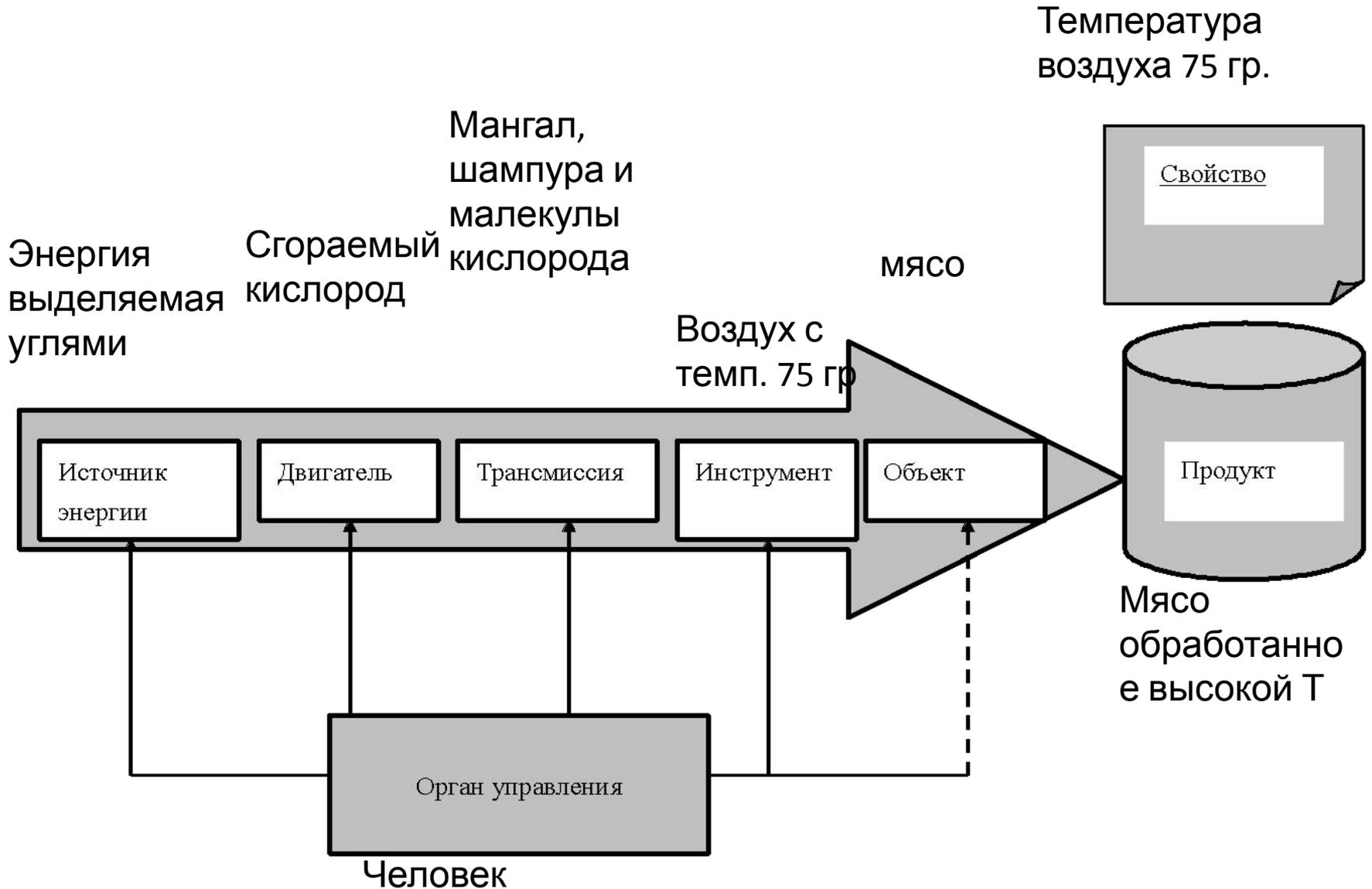
# Моделирование

## 4-ая задача с феном



# Моделирование

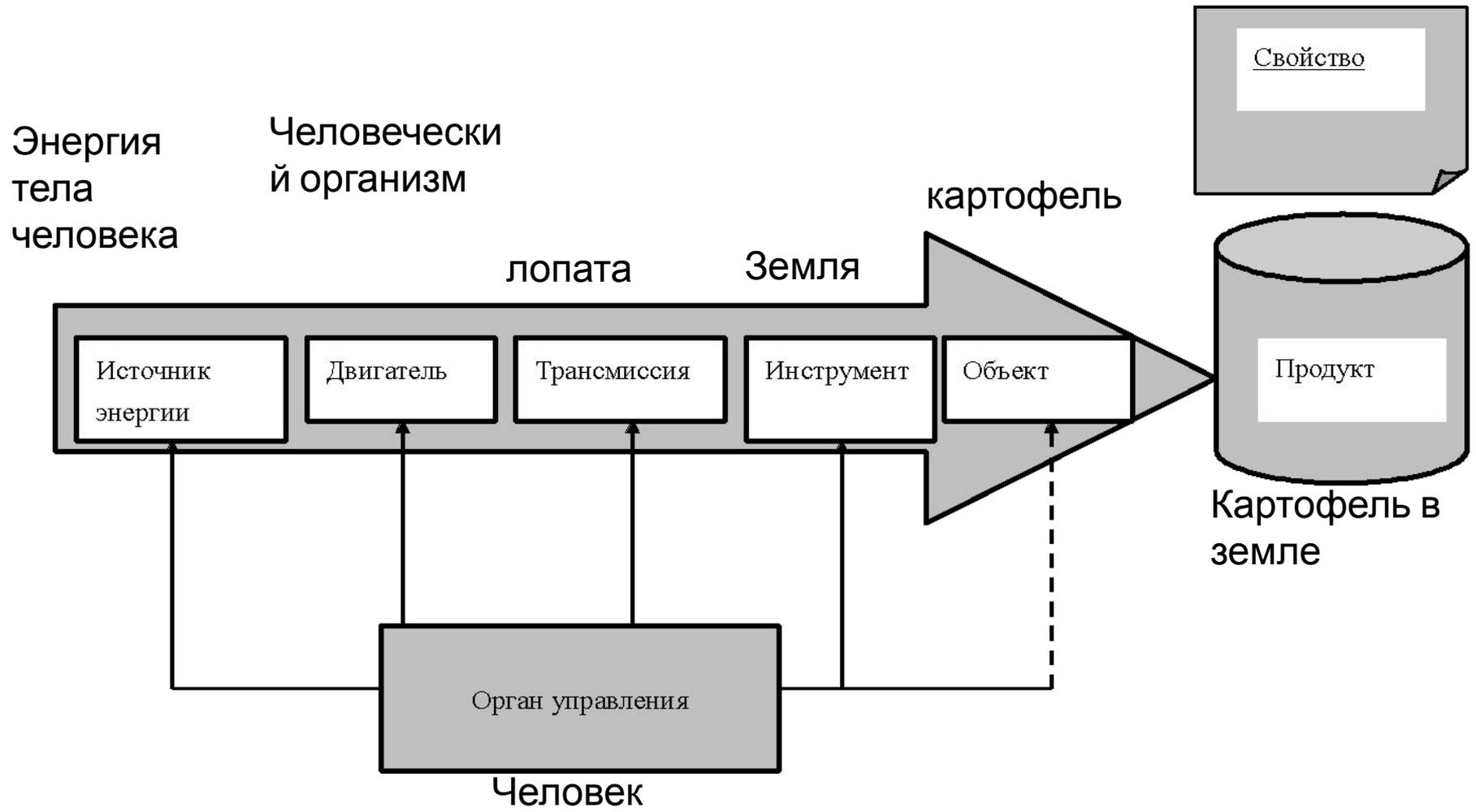
## 5-ая задача с шампурами



# Моделирование

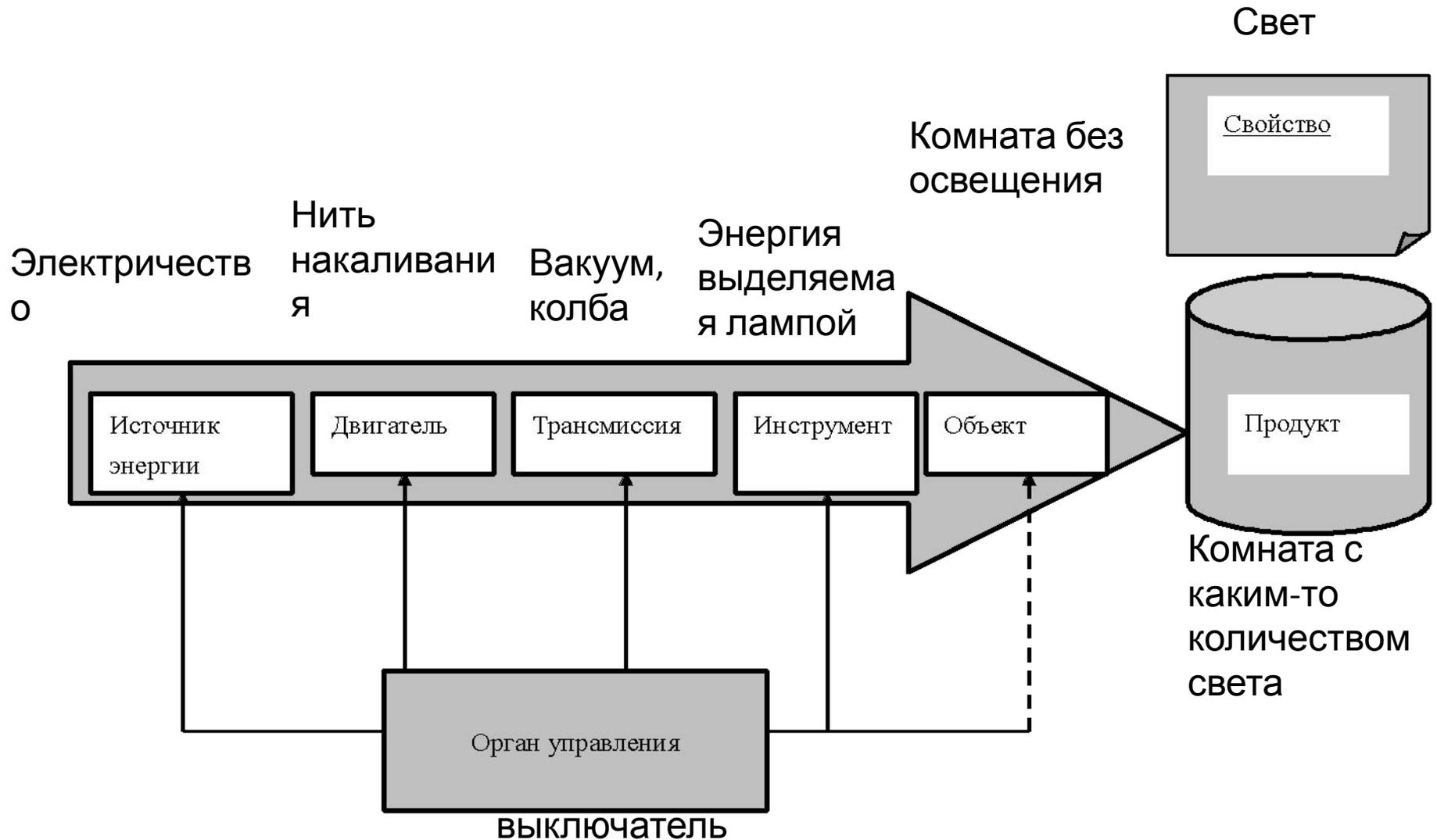
Ситуация: сажаем картофель

Какое то кол-во земли и какая-то глубина ямки



# Моделирование

Ситуация: включаем свет в темной комнате



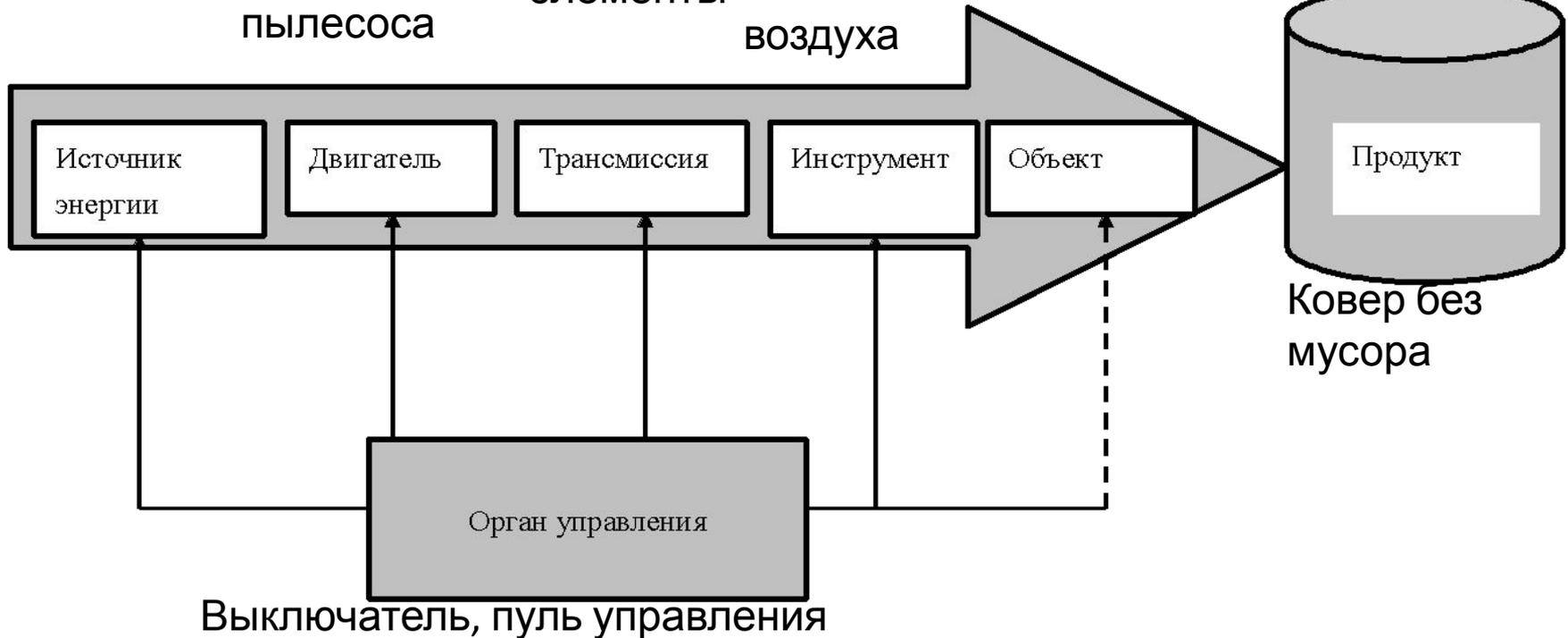
# Моделирование

Ситуация: пылесосим ковер, очищаем от мусора

Уничтожение мусора

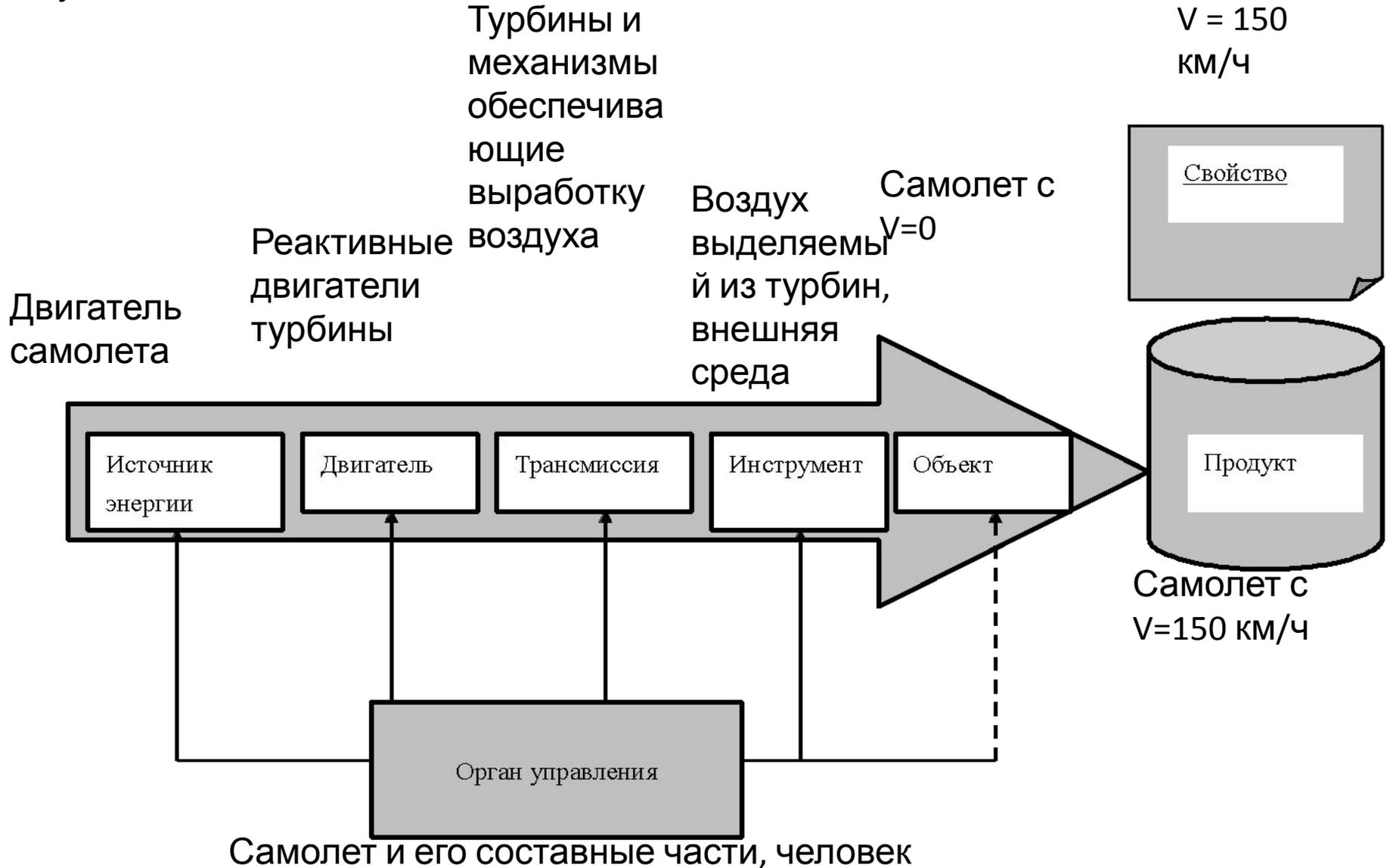
Электричество  
Двигатель пылесоса

Трубка, щетка и др. элементы  
Щетинки щетки и всасывающий поток воздуха  
Ковер с мусором



# Моделирование

Ситуация: взлет самолета



# Описания ТС

1. Потребность или техническая функция (ТФ).
2. Функциональная структура (ФС).
3. Физический принцип действия.
4. Техническое решение.
5. Проект.

# Потребность, техническая функция

Потребность – краткое описание назначения ТС:

$$P=(D;G;H),$$

D - указание действия, производимого ТС, направленное на достижение желаемого результата;

G - указание объекта обработки на который направлено действие D;

H – указание особых условий и ограничений, при которых выполняется действие D.

Наименование ТС	D	G	H
Электроплитка	Нагревает	Емкость с жидкостью	Напряжение 220 В.
Грузовик	Перевозка	Груза	По дороге

Техническая функция:

$$F=(PQ)$$

P - удовлетворяемое действие;

Q - физическая операция.

Описание физической операции формализовано можно представить:

$$Q=(At, E, Ct),$$

At Ct – входной и выходной поток вещества, энергии;

E – наименование операции (Коллера) по превращению At в Ct.

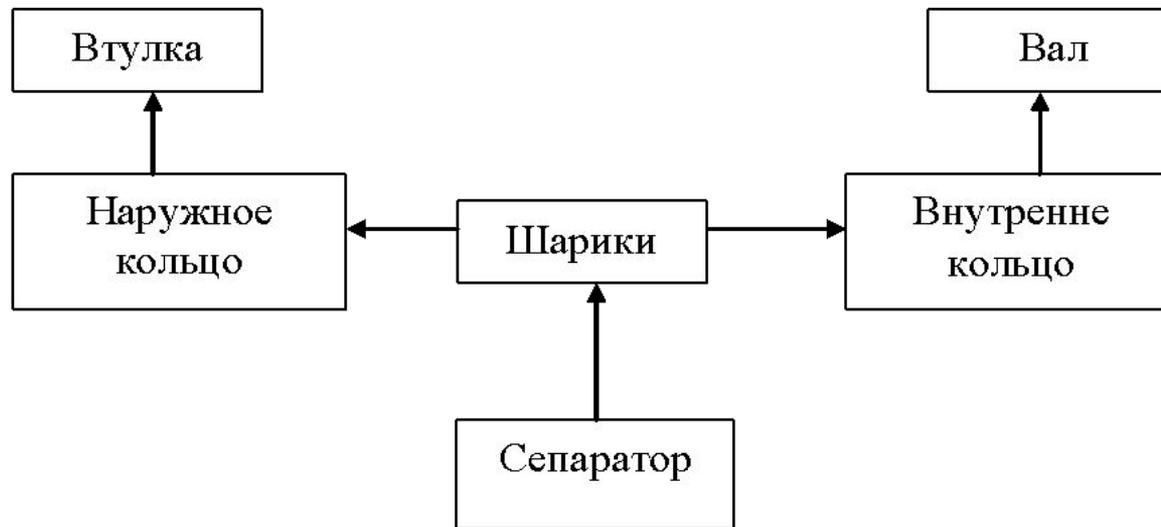
Пример

Наименование ТС	At	E	Ct
Электроплитка	Электрический ток	Преобразование	Теплота
Грузовой автомобиль	Топливо	Преобразование	Движение

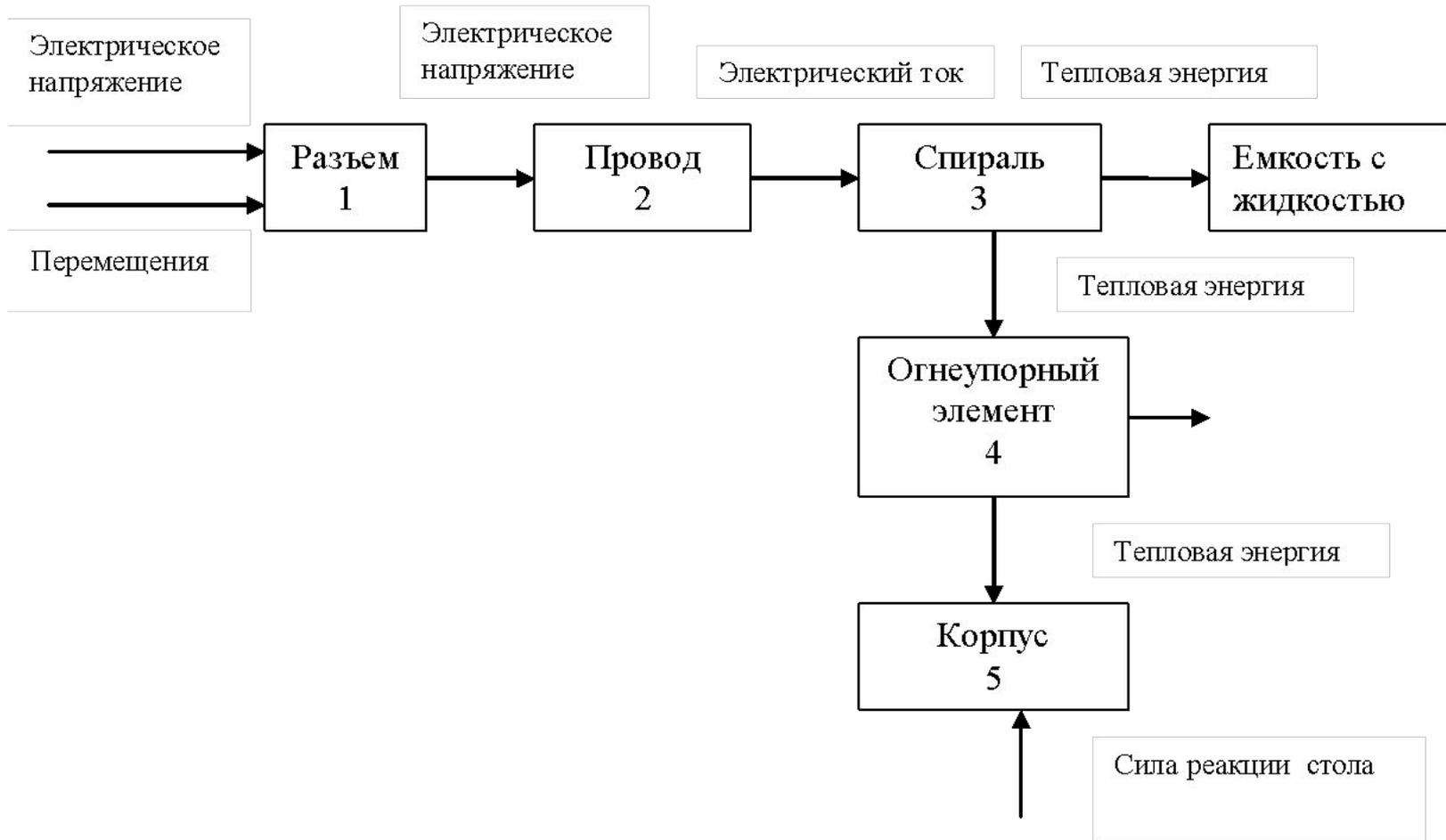
# Функциональная структура

ТС состоит из элементов и может быть разделена на части. Каждый элемент как самостоятельная ТС выполняет определенную функцию. Между элементами имеют место два вида связей и соответственно два вида функциональных структур: конструктивная и потоковая.

Конструктивная ФС шарикоподшипника



# Пример потоковой ФС



# Физический принцип действия



# Техническое решение (ТР)

ТР – конструктивное оформление ФС.

При описании ТР используют следующие группы признаков:

- перечень основных элементов, их взаимное расположение, способы и средства соединения;
- последовательность взаимодействия элементов во времени;
- особенности конструктивного исполнения элементов;
- принципиально важное соотношение параметров для ТС в целом или отдельных элементов.

# Проект

Проект включает значения параметров ТС и всех элементов до деталей. Он содержит всю необходимую информацию для изготовления и эксплуатации ТС (чертежи и конструкторская документация).

# Изобретательская ситуация

В топливных баках самолета находится не только керосин, но и атмосферный воздух, который содержит влагу. На больших высотах при отрицательной температуре за бортом эта влага конденсируется на стенках баков и стекает в керосин. Так как вода тяжелее керосина, она опускается в низ и постепенно накапливается.

Сама по себе вода большой опасности для полетов не представляет, но опасна отрицательная температура при полете на больших высотах. Проходя по охлажденным трубопроводам, вода замерзает и, в виде кристаллов льда, попадает в топливные фильтры. Фильтры, забитые льдом, перестают пропускать керосин. Двигатели останавливаются.

Накопившуюся в топливных баках воду нужно периодически сливать. Если это делать часто – обслуживание самолетов удлинится и станет дороже (с водой сливается и керосин). А если слив производить редко, то это может привести к остановке двигателей в полете.

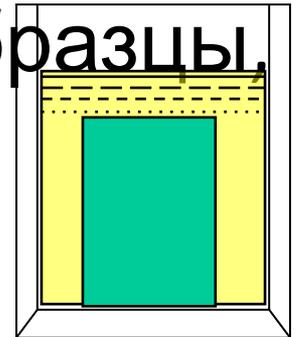
- Изобретательская ситуация сводится к решению изобретательских задач.
- Максимальная (макси-) задача предполагает разработку принципиально новой технической системы (ТС) для определенной цели.
- В минимальной (мини-) задаче необходимо сохранить существующую систему, но обеспечить недостающее полезное действие или убрать имеющееся вредное свойство.

# Понятия и определения

- **Конфликтующая пара** – это два элемента, между которыми происходит конфликт – нежелательный эффект. Конфликтующая пара образует модель задачи.
- **Модель задачи** – это условная схема задачи, отражающая структуру конфликта в системе. Один из элементов конфликтующей пары является объектом рассмотрения (Изделие), а второй элемент – Инструментом.
- **Изделие** – элемент ТС, который по условиям задачи надо обработать (изготовить, изменить, переместить и др.).
- **Инструмент** - элемент, с которым непосредственно взаимодействует изделие (режущая кромка и др.)
- **Оперативная зона** – пространство в котором происходит конфликт.
- **Оперативное время** – время, в которое совершается конфликтное действие. Для разрешения конфликта может быть использовано время до конфликта или время после совершения конфликта.

# Задача

Имеется установка для испытания длительного действия кислот на поверхность образцов сплавов. Установка представляет собой герметично закрытую металлическую камеру. На дно камеры устанавливают образцы. Камеру заполняют кислотой, создают необходимое давление и температуру. Кислота действует не только на образцы, но и на стенки камеры, вызывая их коррозию и быстрое разрушение. Как быть?



- Изделие – образец
- Желаемый результат – испытание образца
- Нежелательный эффект – порча камеры

## Взаимосвязи элементов

«Элементы системы»  
 1. Камера      2. Кислота      3. Образец

1. Камера	+	-
2. Кислота		+
3. Образец		

# Конфликтующая пара

- Правило 1. Пара должна состоять из изделия и инструмента.
- Правило 2. Должна рассматриваться пара, в которой рассматриваются элементы, выполняющие полезную функцию (желаемый результат).
- В данной задаче конфликтующая пара -